

KINESIOLOGI & BIOMEKANIKA

OLAHRAGA



SUKABINA PRESS

Bafirman
Asep Sujana Wahyuri
Syamsuar

KINESIOLOGI DAN BIOMEKANIKA OLAHRAGA

Bafirman
Asep Sujana Wahyuri
Syamsuar

Penerbit
SUKABINA Press

Kinesiologi dan Biomekanika Olahraga

Penerbit Sukabina Press, Padang 2014

1 (satu) jilid ; A5

238 Hal

ISBN : 978-602-1650-35-6

Kinesiologi dan Biomekanika Olahraga

Hak cipta © 2014 pada penulis

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara apa pun, termasuk dengan cara penggunaan mesin foto copi, tanpa izin sah dari penerbit

Anggota IKAPI Pusat

No. Anggota : 007/SBA/09 Tahun 2009

Percetakan

Sukabina

Penyusun

Dr. Bafirman, M.Kes., AIFO

Asep Sujana Wahyuri, S.Si., M.Pd

Drs. Syamsuar, MS., AIFO

Layout

Sari Jumiatti

Desain Sampul

Jafril

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Isi di luar tanggung jawab Penerbit dan Percetakan

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Pengertian Kinesiologi.....	1
B. Pengertian dan Konsep Biomekanika Olahraga.....	6
BAB II ISTILAH DALAM ANATOMI, SISTEM KERANGKA DAN SISTEM OTOT	9
A. Istilah-istilah Dasar dalam Anatomi	9
B. Sistem Kerangka	23
C. Sistem Otot.....	32
BAB III TUBUH BAGIAN LEHER DAN TOGOK	49
A. Tulang Belakang (<i>Columna Vertebralis</i>).....	49
B. Rongga Dada (<i>Thorax</i>).....	58
C. Gelang Panggul	61
D. Gelang Bahu.....	64
BAB IV ANGGOTA GERAK ATAS DAN BAWAH .	70
A. Anggota Gerak Atas (<i>Extremitas Superior</i>).....	70
B. Anggota Gerak Bawah (<i>Extremitas Inferior</i>).....	82
BAB V DASAR-DASAR GERAKAN TUBUH	93
A. Istilah dan Ukuran dalam Biomekanika.....	93
B. Gerakan Tubuh Manusia	104

BAB VI GERAK LINEAR	115
A. Sifat-sifat Gaya	115
B. Hukum Newton.....	135
C. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Gerak, Kerja dan Energi	145

BAB VII GERAK ROTASI DAN KESEIMBANGAN.....	162
A. Gerak Rotasi	162
B. Pengungkit	176
C. Keseimbangan	189

BAB VIII KONSEP DASAR BIOMEKANIKA	208
A. Pengertian Kinetika dan Kinematika	209
B. Kinetika Linier.....	211
C. Kinetika Angular	217
D. Pengertian Kinematika	220

BAB IX KONSEP DASAR ANALISIS BIOMEKANIKA TEKNIK KETERAMPILAN OLAHRAGA.....	222
A. Analisis Biomekanika Pendekatan Kualitatif	223
B. Analisis Biomekanika Pendekatan Kuantitatif	227
C. Analisa Keterampilan Olahraga Menurut Tujuan Mekanika Umum	228

DAFTAR PUSTAKA.....	237
----------------------------	------------

KATA PENGANTAR

Kinesiologi dan Biomekanika Olahraga merupakan salah satu aspek kajian ilmu keolahragaan. Biomekanika memiliki fungsi penting bagi guru pendidikan jasmani olahraga dan kesehatan (Penjasorkes), pelatih olahraga, dan instruktur olahraga. Pemahaman kinesiologi dan biomekanika akan menghasilkan peningkatan pengetahuan tentang fungsi anatomis, fisiologi dan mekanika dari tubuh manusia, membantu meniadakan kesalahan yang dilakukan guru dalam proses pembelajaran keterampilan, sehingga dapat meningkatkan perkembangan unjuk kerja keterampilan khusus lebih cepat dan sempurna. Pengetahuan biomekanika juga penting bagi atlet karena ia akan menyadari kekeliruan untuk mencoba meniru gaya atlet lain karena gaya tersebut memberikan keberhasilan bagi atlet tersebut, sehingga atlet harus mengembangkan gayanya sendiri.

Kinesiologi dan Biomekanika Olahraga diperlukan untuk mengembangkan metode dan teori latihan baik untuk meningkatkan kesegaran jasmani, apalagi untuk membina prestasi berolahraga. Karena ruang lingkup Kinesiologi dan Biomekanika Olahraga secara sederhana adalah mengkaji bagaimana usaha-usaha untuk peningkatan kemampuan kondisi fisik serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Membentuk dan menyiapkan diri untuk berolahraga ataupun bagi atlet dalam mengikuti pertandingan, seperti; siap segi kesehatan fisik dan mental, siap kapasitas fungsional organ, antara lain meliputi; kecukupan energi, kemampuan biomotorik, cukup beradaptasi dengan lingkungan, mengatasi/ menanggulangi kelelahan

serta, kelemahan mental/psikologis. dan lain sebagainya.

Kompetensi guru penjasorkes, pelatih dan atlet yang memiliki pemahaman kinesoiologi dan biomekanika berkemampuan menganalisa; bagaimana pelaksanaan gerak yang benar ?, apa yang salah pada gerakan itu ?, mengapa gerakan itu salah? dan apa yang harus diperbuat untuk memperbaikinya ? Karena itu guru penjasorkes, pelatih mampu; (1) menganalisa teknik-teknik olahraga yang aman, efektif, dan efisien, (2) memahami teknik-teknik yang benar maupun yang salah, (3) mengidentifikasi kesalahan-kesalahan serta kemampuan membetulkannya, dan (4) mampu menciptakan cara-cara atau metode yang baik.

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan kurnia-Nya, sehingga buku "Kinesiologi dan Biomekanika Olahraga" ini dapat diselesaikan. Kepada para pembaca penulis mohon masukan terhadap perbaikan buku ini, atas kritik dan sarannya penulis ucapkan terima kasih

Padang, Maret 2014

Penulis

Dr. Bafirman, M. Kes. AIFO.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Pengertian Kinesiologi

Kata kinesiologi berasal dari bahasa Yunani kinesis dan logos. Kinesis berarti gerak, sedangkan logos berarti ilmu, dengan demikian kinesiologi berarti ilmu gerak, tetapi hanya terbatas pada gerakan manusia. Sebagai ilmu yang mempelajari gerakan tubuh manusia, kinesiologi memerlukan bantuan ilmu-ilmu lain yang berhubungan dengan gerakan manusia antara lain anatomi, mekanika, dan fisiologi. Secara lebih khusus, ketiga bidang ilmu tersebut dinamakan anatomi kerangka-otot (*musculoskeletal*), biomekanika (*biomechanics*), dan fisiologi otot-syaraf (*neuromuscular*). Sebagian besar pelajaran kinesiologi terutama didasarkan pada dua bidang ilmu anatomi, dan mekanika, sedangkan fisiologi neuromuskular merupakan pelajaran terpisah. Namun konsep-konsep fisiologi tertentu yang merupakan pelajaran sangat mendasar harus juga dipelajari dalam kinesiologi.

Kinesiologi merupakan ilmu yang penting bagi penyiapan guru pendidikan jasmani olahraga dan kesehatan (Penjasorkes), dan pelatih olahraga secara profesional. Gerakan-gerakan dan sistem kerangka-otot, yang merupakan pusat perhatian dan bidang profesi tersebut, dihasilkan oleh kontraksi otot dan dipengaruhi oleh faktor-faktor sekitar seperti gravitasi dan gesekan. Gerakan-

gerakan yang dihasilkan bergantung kepada dua faktor, yaitu faktor yang mempengaruhi kontraksi otot dan faktor keadaan sekitar. Pertama mencakup sifat-sifat, struktur, dan fungsi otot serta sistem syaraf yang merangsang dan mengendalikan gerakan, kajian tentang sifat-sifat seperti itu berada di dalam bidang anatomi. Kedua mencakup gravitasi, gesekan, tahanan benda cair, dan gaya reaksi normal yang timbul karena perkenaan dengan benda lain seperti tanah, lawan bermain dan lain sebagainya, kajian tentang faktor-faktor ini berada di dalam cabang fisika yang dikenal sebagai mekanika, dan segi *hubungan* antara gerakan manusia dengan ilmu-ilmu anatomi dan mekanika.

Guru Penjasorkes, pelatih dan instruktur olahraga harus memiliki pengetahuan tentang ilmu gerak, jika ia harus menyajikan program yang efektif bagi peserta didik ataupun atletnya. Pembelajaran gerak-gerak dasar, gerak keterampilan, serta perbaikan gerak sangat bergantung pada pengetahuan ilmu gerak, Dengan memahaini dasar-dasar gerakan, guru Penjasorkes dan pelatih dapat memperbaiki gerakan yang pada dasarnya memerlukan latihan sehingga gerakan-gerakan tersebut menjadi terlatih yang kualitasnya lebih baik serta dapat memberikan hasil yang lebih sempurna daripada sebelum terlatih.

Gerakan manusia dipelajari secara cermat di dalam kinesiologi dan beberapa cabang ilmu dari kinesiologi, yaitu; biomekanika, dan kinematika. Kinesiologi mempelajari gerakan manusia dari sudut pandang ilmu fisika, di dalamnya terdapat analisis muskuloskeletal gerakan manusia berdasarkan prinsip-prinsip dan hukum mekanika (Katharine F. Wells dan Kathryn Luttgens, 1976).

Konsep tentang gerakan manusia tidak lepas dari konsep tentang gerakan pada umumnya. Gerakan adalah aksi atau proses perubahan letak atau posisi ditinjau dari suatu titik tertentu sebagai pedomannya. Dari pengertian tersebut dapat dijelaskan bahwa suatu gerakan bisa diketahui apabila ada titik tertentu yang digunakan sebagai petunjuk. Konsep tentang gerakan selalu berhubungan dengan konsep tentang ruang, gaya, dan waktu. Didalam konsep ruang dikenal adanya arah, yaitu : kanan, kiri, depan, belakang, atas, dan bawah. Selain itu dikenal juga adanya jarak, yaitu : dekat, agak jauh, dan jauh. Dalam konsep gaya berbicara tentang pengaruh, gaya yang berpengaruh adalah gaya internal dan eksternal. Gaya adalah pemacu gerakan. Agar gerakan bisa terjadi, gerakan yang berpengaruh itu karena cukup besar. Hubungan antara gerakan dan konsep waktu bisa dilihat dalam kenyataan bahwa gerak membutuhkan proses; sedangkan proses selalu membutuhkan waktu.

Untuk memperbaiki gerakan dalam kegiatan olahraga perlu adanya umpan balik secara berkesinambungan dan terus menerus (Schmidt, 1989). Hal tersebut dapat dilakukan dengan memaksimalkan manakala disertai sarana dan prasarana yang memadai. Umpan balik dapat berupa rekaman ulang yang diputar secara perlahan (*slow motion*), sehingga atlet dapat mengamati bagian demi bagian dari gerakannya, dapat mengetahui gerak mana yang sudah baik, dan gerakan mana yang perlu diperbaiki karena kurang efisien atau bahkan tidak efektif (Drowatzky, 1982, Schmidt, 1991).

Guru penjasorkes ataupun pelatih Pelatih bersama atlet akhirnya dapat berdiskusi untuk mengembangkan dan

menyempurnakan gerakan. Perhitungan mekanik secara sederhana dapat pula ditambahkan untuk mencari kecepatan, percepatan gerakan, serta sudut dari segmen tubuh yang dilakukan oleh atlet sehingga seorang pengamat dapat memberikan saran untuk perubahan yang optimal. Untuk keperluan ini maka diperlukan pengukuran-pengukuran besaran yang diperlukan. Namun masih banyak kesulitan-kesulitan yang dialami ketika melakukan analisis disebabkan oleh kurangnya informasi tentang langkah-langkah pelaksanaan analisis baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Di dalam tubuh manusia terdapat beberapa sistem koordinasi, dan salah satunya adalah sistem otot dan kerangka (*Musculoskeletal system*). Sistem ini sebenarnya tersusun oleh dua buah sistem, yaitu otot dan tulang. Keduanya saling berkaitan dalam menjalankan pergerakan tubuh manusia. Otot menempel pada bagian tulang untuk menggerakkan tulang rangka. Organ-organ tubuh manusia yang menyusun sistem ini meliputi:

1. Tulang

Bagian ini tersusun dan jaringan yang sangat keras berfungsi sebagai pembentuk kerangka dan pelindung organ dalam. Tulang dalam sistem gerak berfungsi pembentuk gerakan pasif. Tulang juga berperan penting proses pembentukan sel-sel darah merah di bagian sumsum.

2. Sambungan Tulang Rawan (Cartilage)

Jaringan ini berfungsi sebagai penghubung antar tulang seperti pada setiap sambungan. Dengan adanya jaringan ini pergerakan tulang relatif kecil, sehingga melindungi dan pergeseran tulang.

3. Ligamen

Berfungsi sebagai penghubung bagian sambungan dan menempel pada tulang pada ujungnya. Ligamen memiliki peranan penting dalam melindungi persendian. Ligamen tersebut untuk membatasi rentang gerak dan tulang yang dihubungkan

4. Otot

Penggerak utama dalam tubuh manusia adalah otot atau sering disebut sebagai alat gerak aktif. Sel-sel otot menghasilkan panas tubuh untuk menjaga kestabilan panas tubuh akibat pengaruh dan luar. Tendon merupakan otot panjang dengan kekuatan elastis yang tinggi.

Untuk menganalisis gerak yang efisien, efektif dan aman berkaitan dengan analisis tulang dan sendi (anatomi), sistem otot saraf (fisiologi) dari gerakan manusia, dan asas-asas hukum mekanika yang dihubungkan dengan gerakan manusia (mekanika). Pendekatan ketiga bidang ilmu (anatomi, fisiologi dan mekanika) dapat member jawaban yang tepat bagaimana gerak yang efisien, efektif dan aman (teknik yang baik), mengapa teknik ini terjadi, dan seberapa tingkat kejadiannya. Seperti halnya ilmu-ilmu lain, yang tak pernah berdiri sendiri. Kinesiologi ini untuk mempelajarinya dibutuhkan bantuan ilmu-ilmu lain. Dengan perkataan lain, kinesiologi adalah gabungan antara ilmu anatomi, fisiologi dan mekanika.

B. Pengertian dan Konsep Dasar Biomekanika

Manusia dalam gerak merupakan kajian utama dalam ilmu keolahragaan. Oleh karena itu, salah satu tujuan ilmu keolahragaan adalah memberikan pengatutan secara ilmiah tentang gerakan manusia dalam olahraga yang dilakukan secara efektif, efisien, dan dengan risiko cedera yang sangat kecil. Salah satu tujuan tersebut di atas, telah diakomodasi dalam ilmu biomekanika olahraga sebagai cabang ilmu keolahragaan. Pada dasarnya, biomekanika merupakan ilmu terapan mekanika terhadap sistem lokomotor tubuh manusia. Mekanika sendiri merupakan cabang dari Fisika. Pada perkembangannya terdapat istilah biomekanika olahraga, disebut demikian karena biomekanika tersebut mengkaji gerak manusia dalam bidang aktivitas fisik atau olahraga. Namun demikian, sebelum membahas lebih lanjut tentang biomekanika olahraga, ada baiknya jika kita tahu dahulu tentang pengertian biomekanika. Beberapa referensi telah mengartikan biomekanika sebagai berikut, antara lain:

Kajian mekanika pada suatu struktur biologi, seperti: aktivitas otot beserta prinsip-prinsip yang berkaitan dengan gerakan otot tersebut, penerapan hukum-hukum mekanik terhadap struktur kehidupan, khususnya pada sistem lokomotor tubuh manusia, mempelajari struktur dan fungsi sistem biologis dengan metode mekanika, Ilmu yang mempelajari tentang gaya internal dan eksternal yang berlaku pada tubuh manusia dan pengaruh-pengaruh yang dihasilkan oleh kekuatan itu. Dengan demikian maka, biomekanika olahraga adalah ilmu yang mempelajari

tentang prinsip-prinsip, hukum-hukum mekanik dan gaya internal dan eksternal yang berlaku pada tubuh manusia ketika melakukan aktivitas fisik atau olahraga serta pengaruh-pengaruh yang dihasilkannya. Untuk itu diterapkan metode mekanis dalam mengkajinya.

Biomekanika olahraga memiliki dua tujuan antara lain : mengurangi risiko terjadinya cedera, dan peningkatan performa saat berolahraga. Dengan biomekanika dapat memberikan penjelasan terhadap suatu kecelekaan dan jenis dari cedera olahraga. kemudian, dengan biomekanika juga dapat mengidentifikasi faktor-faktor dan mekanisme yang mempengaruhi terjadinya cedera tersebut. Hal ini berhubungan dengan properti material biologis, mekanisme terjadinya cedera tersebut, perkiraan gaya yang berlaku pada struktur biologi tersebut. Pada akhirnya, dapat mencegah terjadinya cedera dalam olahraga dengan memperkecil risiko cedera.

Kajian biomekanika olahraga dibagi dalam dua bidang yaitu statika dan dinamika. Bidang statika membicarakan keadaan-keadaan saat semua gaya yang bekerja pada tubuh dalam keadaan seimbang. Sedangkan bidang dinamika membahas tentang keadaan-keadaan saat badan dalam kondisi tidak seimbang.

Tujuan biomekanika antara lain: adalah (1) Untuk menjelaskan tiap komponen dan seluruh sistem tubuh dan interaksinya, (2) Untuk mensimulasikan kondisi berbahaya, sulit untuk diukur atau waktu dan biaya yang dikeluarkan untuk melakukan sebuah pekerjaan, (3) Untuk memperkirakan resiko yang mungkin muncul dan sebuah pekerjaan dan memperkirakan beban maksimal yang aman untuk diangkat. Dengan memahami biomekanika

menambah wawasan terhadap kemampuan menganalisa teknik-teknik Olahraga yang aman, efektif, dan efisien, memahami teknik-teknik yang benar maupun yang salah, mengidentifikasi kesalahan-kesalahan serta kemampuan membetulkannya, dan potensi untuk menciptakan cara-cara atau metode yang baik.

Kompetensi guru penjasorkes, pelatih dan instruktur olahraga, serta atlet dari pendekatan biomekanika adalah; (1) Bagaimana pelaksanaan gerak yang benar? (2) apa yang salah pada gerakan itu ? (3) mengapa gerakan itu salah?, dan (4) apa yang harus diperbuat untuk memperbaikinya? Karena itu, pengolahan secara sistematis guru penjasorkes, pelatih dan instruktur olahraga, serta atlet; harus tahu dengan seksama bagaimana hasil yang seharusnya, harus melacaki dengan teliti kesalahan yang dibuat, apa dan dimana kesalahan dibuat, harus dapat memecahkan kesalahan yang sangat penting bila terjadi lebih dari satu kesalahan, dan harus dapat menunjukkan kesalahan satu-persatu dengan berurutan menurut beratnya kesalahan.

Agar lebih mudah dalam mempelajari biomekanika olahraga, selanjutnya perlu dipahami lebih dulu tentang ukuran-ukuran, dan istilah-istilah yang akan sering dijumpai pada saat mempelajari biomekanika olahraga.

BAB II

ISTILAH DALAM ANATOMI, SISTEM KERANGKA DAN SISTEM OTOT

Untuk mempelajari bentuk dan srtruktur bagian-bagian tubuh manusia yang sangat kompleks diperlukan kecermatan dalam mengenali dan membedakan bagian-bagian tubuh tersebut, serta posisi bagian yang satu terhadap yang lainnya dengan menggunakan istilah-istilah yang tepat. Tulang-tulang, sendi-sendi, otot-otot, jaringan-jaringan ikat, pembuluh-pembuluh darah, dan jaringan syaraf merupakan unsur-unsur vital dan gerakan tubuh manusia. Sistem kerangka dan otot merupakan alat-alat gerak tubuh manusia.

A. Istilah-Istilah Dasar dalam Anatomi

Untuk mengetahui kemampuan-kemampuan gerak manusia perlu memahami bentuk dan susunan tubuh manusia itu. Tanpa pengetahuan tentang bentuk dan susunan ini sebagai dasar, tidaklah mungkin mempelajari gerakan manusia. Bentuk dan susunan. tubuh manusia disebut anatomi, Kata anatomi berasal dari kata Yunani yang berarti 'memotong' atau 'membedah. Pembedahan adalah istilah yang digunakan oleh orang Yunani untuk mempelajari anatomi, sebab hal ini merupakan teknik utama yang digunakan. Kajian lain bagian anatomi, misalnya histology (ilmu jaringan), cytology (ilmu tentang sel), organology (ilmu tentang organ-organ tubuh), serta

anatomi fungsional, perkembangan, dan komparasi. Tekanan dan bagian anatomi dalam kajian ini adalah anatomi fungsional, terutama pada gerakan manusia pada waktu melakukan aktivitas jasmani.

Kajian anatomi tentang gerak manusia, tidak saja diperlukan pengetahuan yang luas tentang nama-nama dari bagian kerangka dan juga otot-ototnya yang dapat menggerakkan bagian-bagian kerangka, tetapi juga jenis-jenis gerakan pada sendi. Karenanya mahasiswa perlu mengenal dengan baik istilah-istilah dasar yang digunakan, berhubungan dengan sikap berdiri, istilah-istilah arah untuk badan, bidang-bidang dan sumbu-sumbu gerak, dan istilah-istilah tentang gerakan-gerakan sendi.

1. Sikap Berdiri

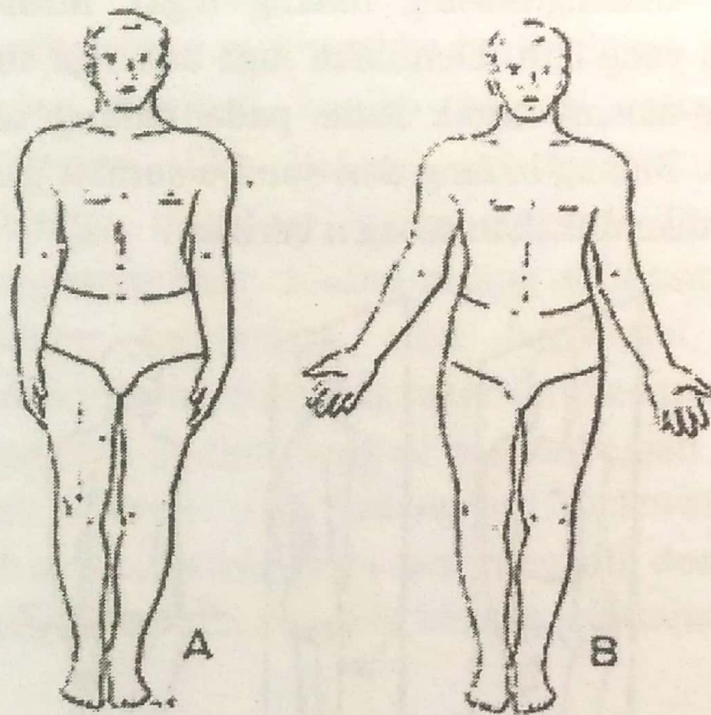
a. Sikap berdiri tegak

Dalam sikap ini orang berdiri tegak dengan telapak kaki sedikit renggang dan sejajar, lengan-lengan bergantung lurus disamping badan dengan tangan menghadap ke depan. (Gb. 1A). Sikap ini biasanya digunakan sebagai titik tolak untuk menganalisis semua gerakan segmen badan kecuali gerakan lengan bawah.

b. Sikap berdiri anatomi

Sikap ini biasanya digambarkan di dalam buku-buku anatomi, Orang berdiri tegak dengan siku-siku benar-benar lurus dan telapak tangan menghadap ke depan. Tungkai dan telapak kaki sama dengan pada sikap berdiri dasar (Gb. 1B). Sikap ini biasanya digunakan sebagai titik tolak untuk menganalisis gerakan-

gerakan lengan bawah telapak tangan, dan jari-jari tangan.



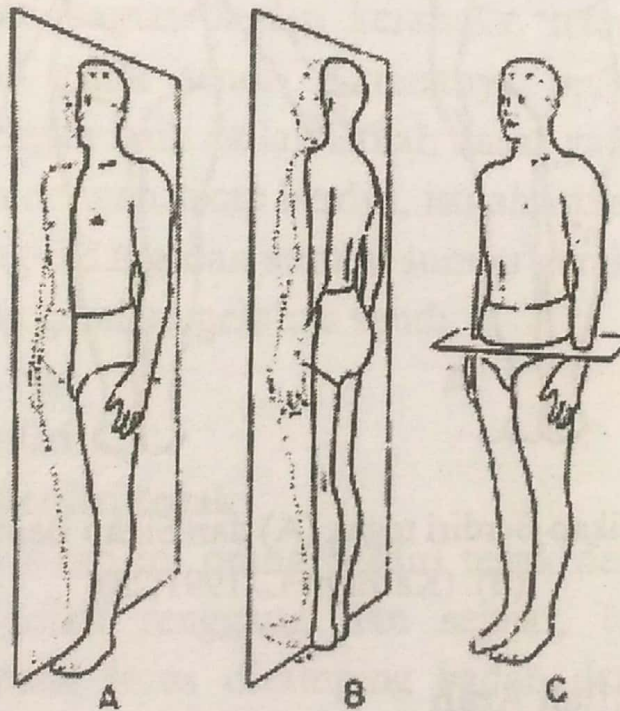
Gambar 1. Sikap Berdiri tegak (A) dan Sikap Berdiri Anatomis (B). (Kathryn L.,1991;28).

1. Istilah-Istilah Arah

Di dalam mempelajari anatomi perlu dikemukakan posisi dan struktur badan, misalnya untuk menentukan letaknya nadi radial untuk mengukur denyut nadi selama periode latihan jasmani. Nadi radial berada pada sisi anterior dan lengan bawah, di permukaan dari ujung distal dari radius, yang merupakan tulang lateral dari lengan bawah. Istilah-istilah tersebut digunakan sebagai petunjuk baku yang sederhana untuk menunjukkan letak yang tepat dari nadi radial untuk menghitung denyut jantung.

3. Bidang Gerak dan Sumbu Gerak

Ada tiga bidang gerak sesuai dengan tiga dimensi ruang. Masing-masing bidang tegak lurus pada dua bidang yang lain. Demikian juga ada tiga sumbu gerak, masing-masing tegak lurus pada bidang saat gerakan terjadi. Bidang-bidang dan sumbu-sumbu gerak tersebut dapat dikemukakan sebagai berikut .



Gambar 2. Bidang-bidang gerak. A, bidang sagital. B, bidang frontal. C, bidang transversal.

(Kathryn L.,1991;26).

a. Bidang-bidang Gerak

- 1.) Bidang sagital atau anteroposterior, adalah bidang vertikal yang melalui badan dari depan ke belakang sehingga membagi badan menjadi bagian-bagian kiri dan kanan. Jika bidang ini melewati badan sehingga membagi badan

menjadi dua bagian yang sama berat, disebut bidang midsagital.

- 2). Bidang trontal. atau lateral, adalah bidang vertikal yang melewati badan sehingga membagi badan menjadi bagian bagian anterior dan posterior. Jika bidang ini rnelewati badan sehingga membagi badan menjadi dua bagian yang sama berat disebut bidang midfrontal.
- 3). Bidang transversal atau horisontal, adalah bidang horizontal yang melewati badan sehingga membagi badan menjadi bagian-bagian superior dan inferior. Jika bidang ini melewati badan sehingga membagi badan menjadi dua bagian yang sama berat disebut bidang midtransversal.

Ketiga bidang midsagital, midfrontal, dan midtransversal akan saling berpotongan pada titik berat badan, sedangkan kedua bidang midsagital dan midfrontal akan berpotongan pada ganis berat badan, pada sikap anatomis.

Bidang-bidang gerak ini, meskipun secara khayal, berguna dalam menjelaskan gerakan-gerakan dasar. Bidang-bidang ini akan selalu sama tanpa memperhatikan arah badan terhadap bumi. Orang hanya perlu kembali kepada sikap anatomi untuk menerangkan gerakan yang terjadi pada suatu bidang. Sebagai contoh ialah menekuk atau meluruskan siku. Bidang di mana. gerakan itu terjadi ialah bidang sagital, Sama halnya, jika orang tersebut berbaring miring dengan sikap yang sama seperti yang pertama dan melakukan gerakan yang sama, gerakan itu akan tetap di

dalam bidang sagital. Kepala orang akan tetap berada superior terhadap kakinya meskipun kenyataannya ia dalam sikap berbaring di lantai.

b. Sumbu-sumbu gerak

Ada tiga sumbu gerak yang masing-masing berdiri tegak lurus pada bidangnya masing-masing.

- 1). Sumbu frontal-horisontal atau lateral atau transversal berjalan horisontal dari samping ke samping dan tegak lurus pada bidang sagital.
- 2). Sumbu sagital-horisontal atau anteroposterior berjalan horisontal dari depan ke belakang dan tegak lurus pada bidang frontal.
- 3). Sumbu vertikal atau longitudinal berjalan dari atas ke bawah dan tegak lurus pada bidang horisontal.

4. Gerakan-Gerakan Dasar

Kemampuan gerak dari sendi-sendi badan adalah kompleks dan berbeda-beda, Banyak sendi bergerak sederhana dalam satu bidang saja, dan sumbu putarnya tetap. Sendi-sendi yang lain dapat bergerak di dalam tiga bidang gerak, dengan demikian letak sumbunya selalu berubah. Sikap permulaan untuk mengemukakan gerakan-gerakan adalah sikap anatomi. Pada sikap anatomi sendi-sendi benar-benar lurus di dalam sikap berdiri tegak dengan telapak tangan menghadap ke depan.

a. Gerakan-gerakan pada bidang sagital

Fleksi adalah gerakan dari bagian tubuh yang terjadi di dalam bidang sagital dan berputar pada sumbu

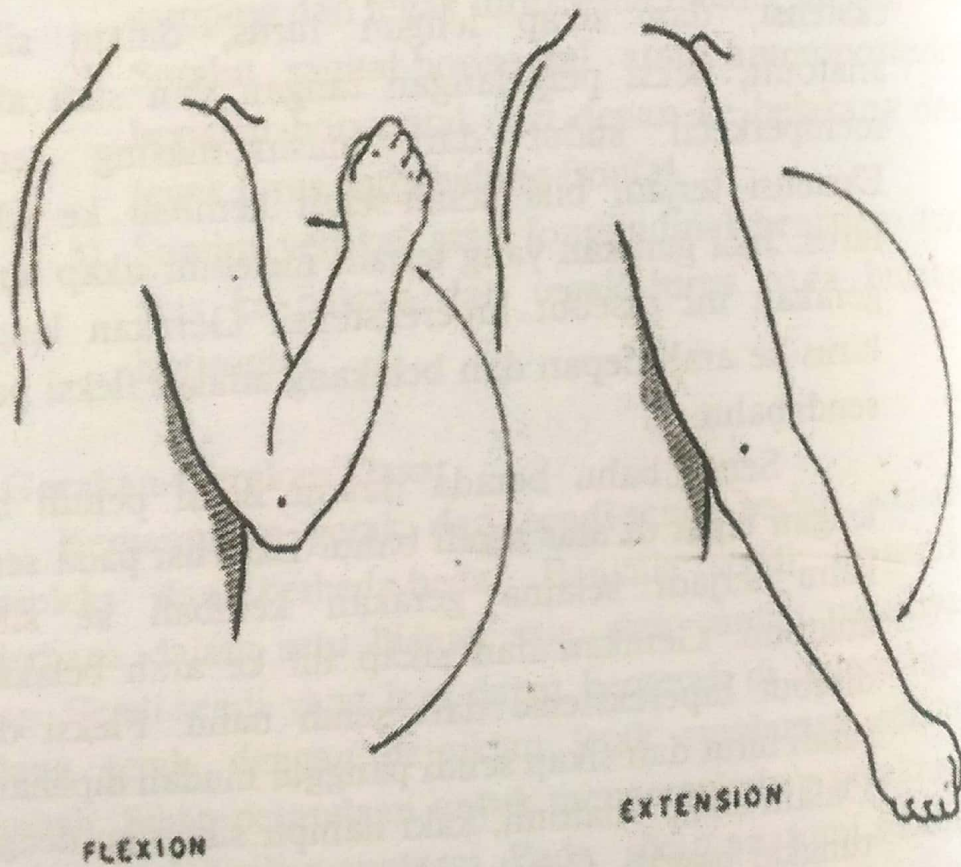
transversal. Fleksi pada sendi ialah mengecilkan sudut antara dua segmen yang bertemu pada sendi tersebut.

Ekstensi merupakan kebalikan dari fleksi, yang terjadi di dalam bidang yang sama dan juga pada sumbu transversal tetapi memperbesar sudut sendi. Fleksi jari-jari tangan terjadi bila tangan yang terbuka bergerak ke posisi menggenggam. Bila bergerak dalam arah berlawanan, gerakan yang terjadi ialah ekstensi, dan sikap lengan lurus, dalam sikap anatomi, fleksi pergelangan tangan dan siku akan memperkecil sudut dari masing-masing sendi. Ekstensi terjadi bila sendi-sendi kembali ke sikap lurus. Jika gerakan yang terjadi melebihi sikap lurus, gerakan ini disebut hiperekstensi. Gerakan lengan lurus ke arah depan dan belakang adalah fleksi pada sendi bahu.

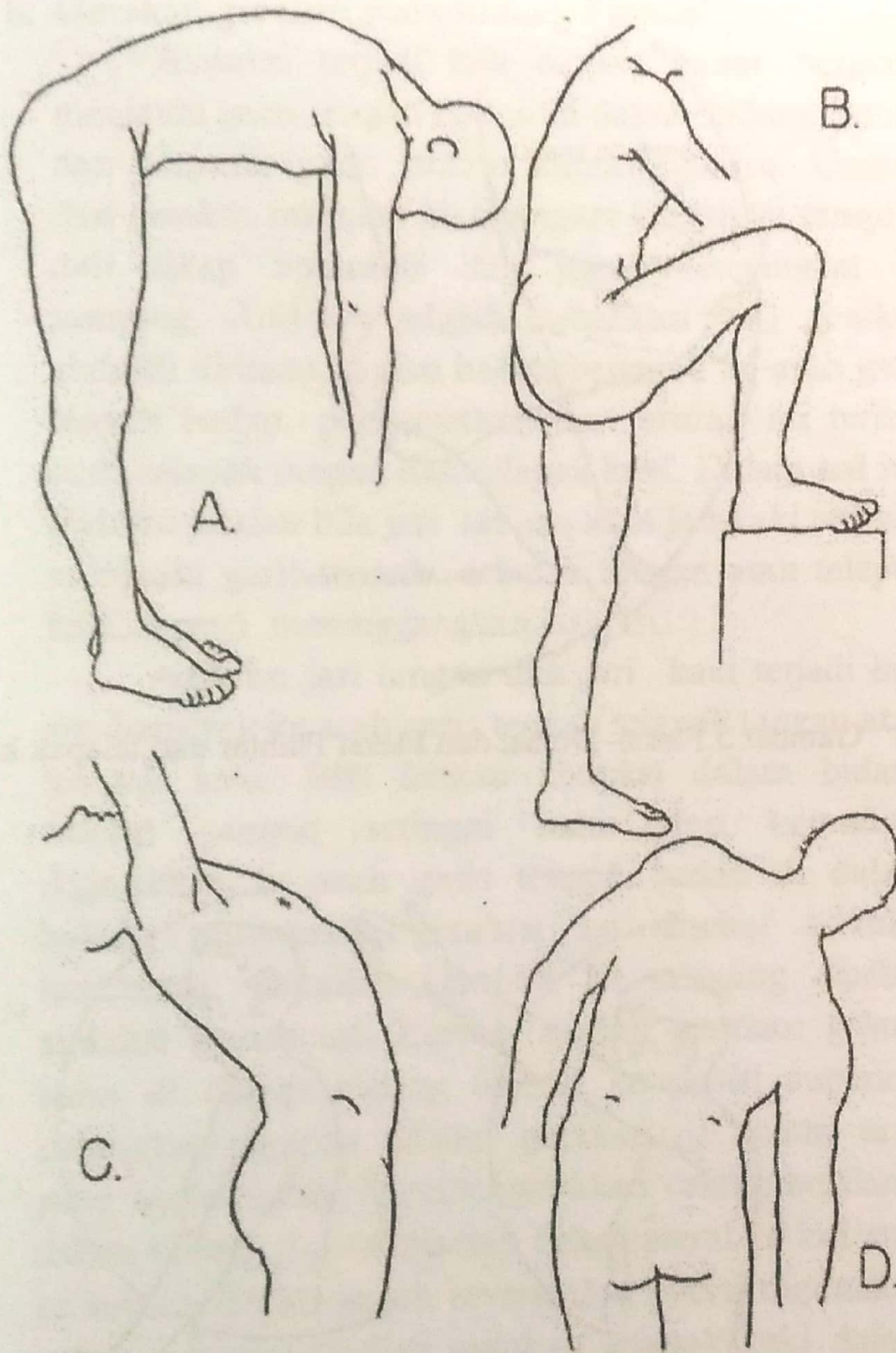
Sendi bahu berada dalam fleksi penuh bila lengan tepat di atas sendi bahu. Ekstensi pada sendi bahu terjadi selama gerakan kembali ke sikap anatomi. Gerakan dan sikap ini ke arah belakang disebut hiperekstensi dari sendi bahu. Fleksi dari sendi lutut dan sikap sendi panggul mudah dipahami, Dalam sikap anatomi, kaki hampir siku-siku dengan tungkai bawah. Gerakan kaki bagian dorsal ke arah tibia (tulang kering) disebut: fleksi-dorsal. Sedangkan gerakan tapak kaki menjauhi tibia disebut fleksi-plantar.

Fleksi dan togok adalah gerakan membengkokkan badan ke depan, ekstensi terjadi pada waktu bergerak dan sikap membungkuk kembali ke sikap anatomis.

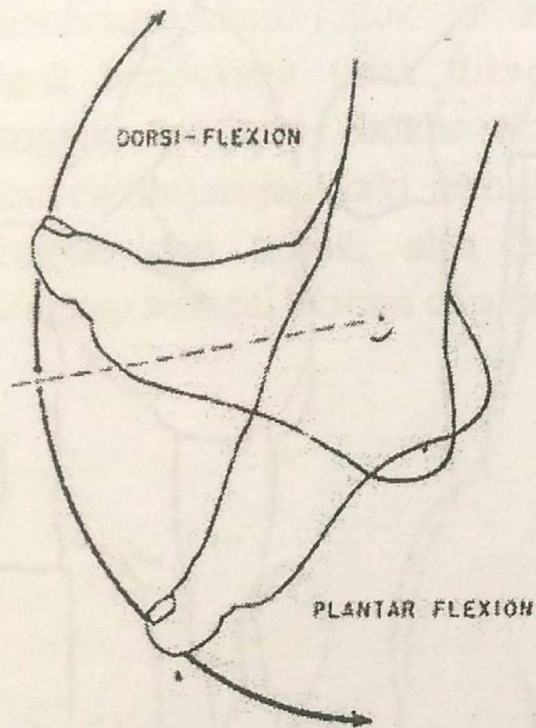
Hiperekstensi dari tolok terjadi bila membengkokkan tolok ke arah belakang. Fleksi tolok hendaknya tidak dikacaukan dengan fleksi panggul, dan harus diukur secara terpisah. Gerakan menyentuh jari-jari kaki mencakup fleksi pada sendi panggul dan tolok, oleh karenanya tidak bisa dianggap sebagai ukuran dari fleksi tolok.



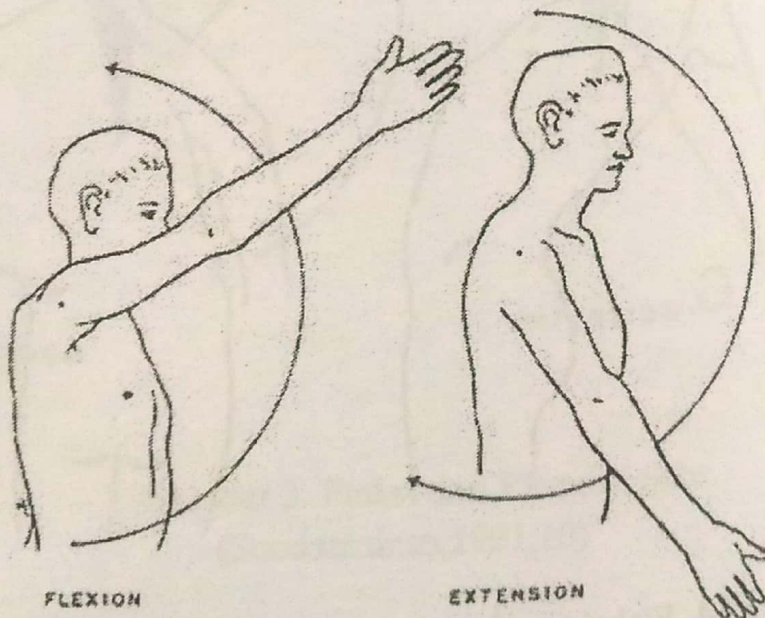
Gambar 3. Fleksi dan Ekstensi Siku.
(Soedarminto, 1991;10)



Gambar 4. Fleksi togok pada paha (A), fleksi paha pada togok (B), hiperekstensi togok (C), fleksi lateral togok, (D).
 (Soedarminto,1991;11).



Gambar 5. Fleksi- Dorsal dan Fleksi Plantar dari telapak kaki

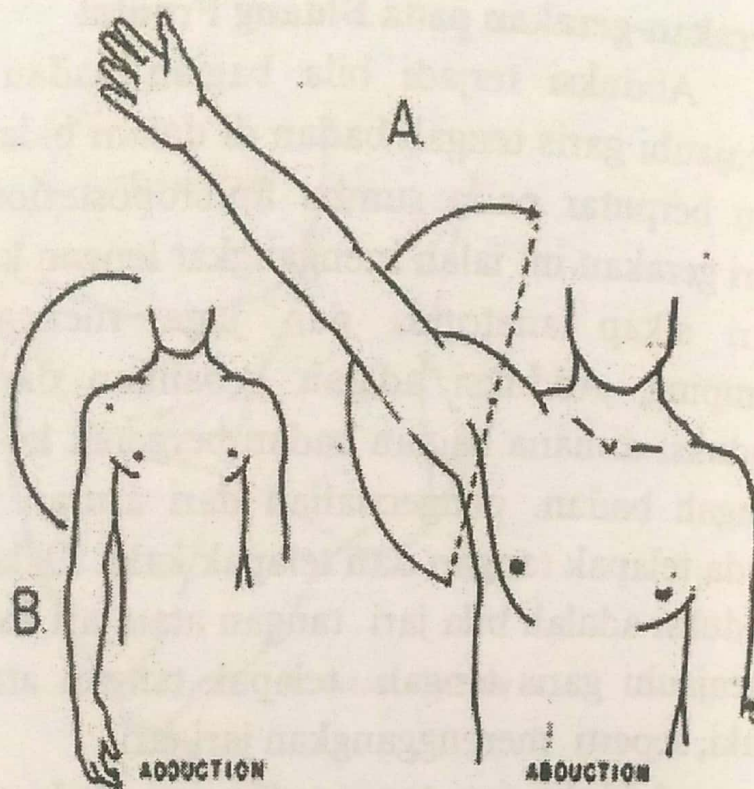


Gambar 6. Fleksi dan Ekstensi lengan. (Soedarminto, 1991;12)

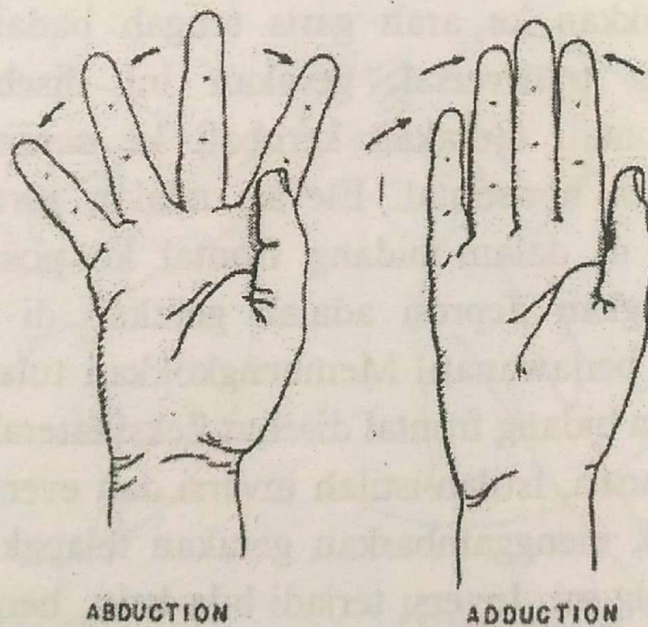
b. Gerakan-gerakan pada Bidang Frontal

Abduksi terjadi bila bagian badan bergerak menjauhi garis tengah badan di dalam bidang frontal dan berputar pada sumbu anteroposterior. Contoh dari gerakan ini ialah mengangkat lengan ke samping dari sikap anatomis dan juga rnengangkat ke samping, Adduksi adalah kebalikan dari gerakan abduksi dimana bagian badan bergerak ke arah garis tengah badan. pengecualian dari aturan ini terjadi pada telapak tangan dan telapak kaki. Dalam hal ini, abduksi adalah bila jari tangan atau jari kaki terbuka menjauhi garis tengah telapak tangan atau telapak kaki, seperti merenggangkan jari-jari.

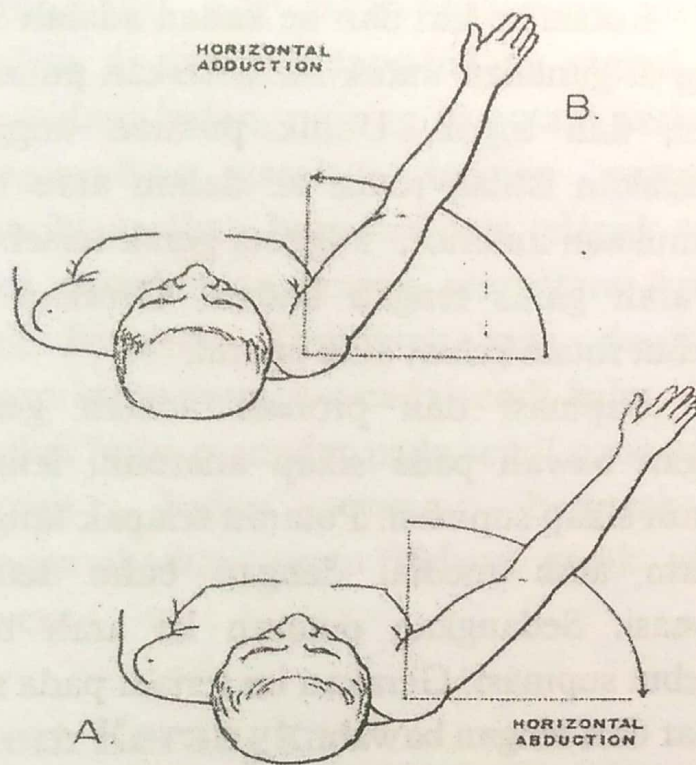
Adduksi jari tangan dan jari kaki terjadi bila jari bargerak ke arah garis tengah telapak tangan atau telapak kaki. Bila lengan abduksi dalam bidang frontal sampai setinggi bahu dan kemudian digerakkan ke arah garis tengah badan di dalam bidang transversal, gerakan ini disebut adduksi horisontal. Gerakan kernbali ke samping disebut abduksi horisontal. Elevasi adalah gerakan gelang bahu di dalam bidang frontal ke posisi superior; sedangkan depresi adalah gerakan di dalam arah yang berlawanan. Membengkokkan tulang belakang dalam bidang frontal disebut fleksi lateral ke kiri atau ke kanan. Istilah-istilah inversi dan eversi digunakan untuk menggambarkan gerakan telapak kaki dalam bidang ini. Inversi terjadi bila kaki bergerak kearah medial sedangkan eversi bila bergerak kearah berlawanan.



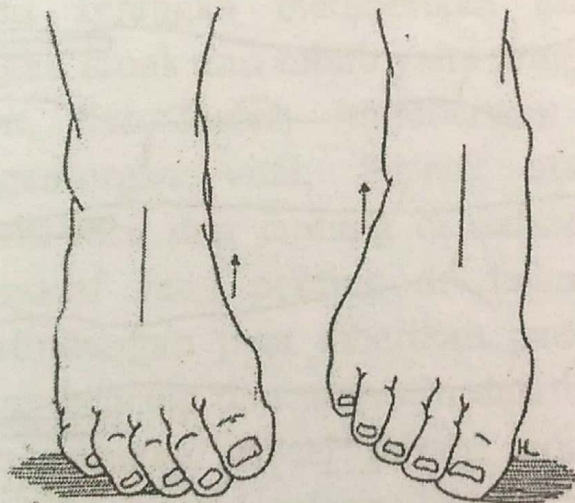
Gambar 7. Abduksi dan Adduksi. (Soedarminto,1991;14)



Gambar 8. Abduksi dan adduksi jari-jari tangan.
(Soedarminto,1991;14).



Gambar 9. Adduksi dan Abduksi Horizontal Lengan.
(Soedarminto, 1991;15)

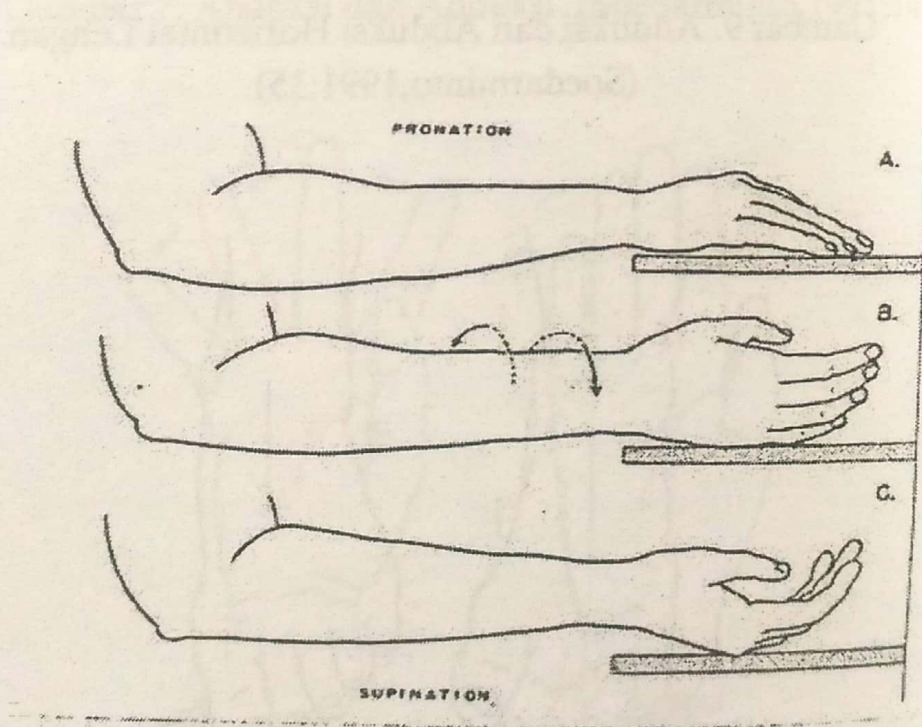


Gambar 10. Inversi dan Eversi Telapak Kaki.
(Soedarminto, 1991;16).

c. Gerakan-Gerakan pada Bidang Transversal

Rotasi ke kiri dan ke kanan adalah istilah arah yang di gunakan untuk menjelaskan putaran kepala, leher, dan togok. Untuk putaran anggota gerak digunakan istilah rotasi ke dalam atau medial bila permukaan anterior, anggota gerak tersebut berputar ke arah ganis tengah badan. Gerakan sebaliknya disebut rotasi keluar atau lateral.

Supinasi dan pronasi adalah gerakan dari lengan bawah pada sikap anatomi, lengan bawah dalam sikap supinasi. Putaran telapak tangan ke arah dalam atau medial dengan bahu tetap disebut pronasi. Sedangkan putaran ke arah berlawanan disebut supinasi. Gerakan ini terjadi pada sendi radio-ulnar dari lengan bawah.



Gambar 11. Pronasi dan Supinasi
(Soedarminto, 1991;17)

d. Gerakan-gerakan kompleks

Sirkumduksi merupakan gabungan dari gerakan-gerakan di dalam bidang-bidang sagital dan frontal dan bidang-bidang miring di antara keduanya, yang menghasilkan gerakan segmen seperti kerucut. Contoh; gerakan berputar dari telapak tangan pada sendi pergelangan tangan sementara lengan bawah tidak bergerak. Demikian juga dengan gerakan lengan lurus memutar pada sendi bahu, dan gerakan tungkai lurus memutar pada sendi panggul. Titik-titik segmen badan yang bergerak tersebut menggambarkan suatu bidang gerak yang berupa kerucut.

B. Sistem Kerangka

Osteologi adalah ilmu tentang tulang-tulang, sedangkan arthrologi adalah tentang persendian. Kerangka manusia terletak di dalam jaringan-jaringan lunak dari tubuh. Sistem kerangka memberikan dukungan pada jaringan-jaringan lunak dari tubuh yaitu tempat melekatnya otot, ligamen, dan fascia. Memberikan perlindungan terhadap organ-organ vital, Seperti otak di dalam tengkorak, paru-paru dan jantung di dalam rongga dada dan sistem syaraf yang penting di dalam ruas tulang belakang. Perlindungan juga diberikan pada organ-organ seperti kandung kencing dan uterus di dalam tulang-tulang panggul. Pembentukan sel-sel darah terjadi di dalam sumsum merah dan banyak tulang. Tulang-tulang memiliki kemampuan menyimpan calcium. Tulang-tulang bekerja sebagai pengungkit dan, dalam hubungannya dengan otot-

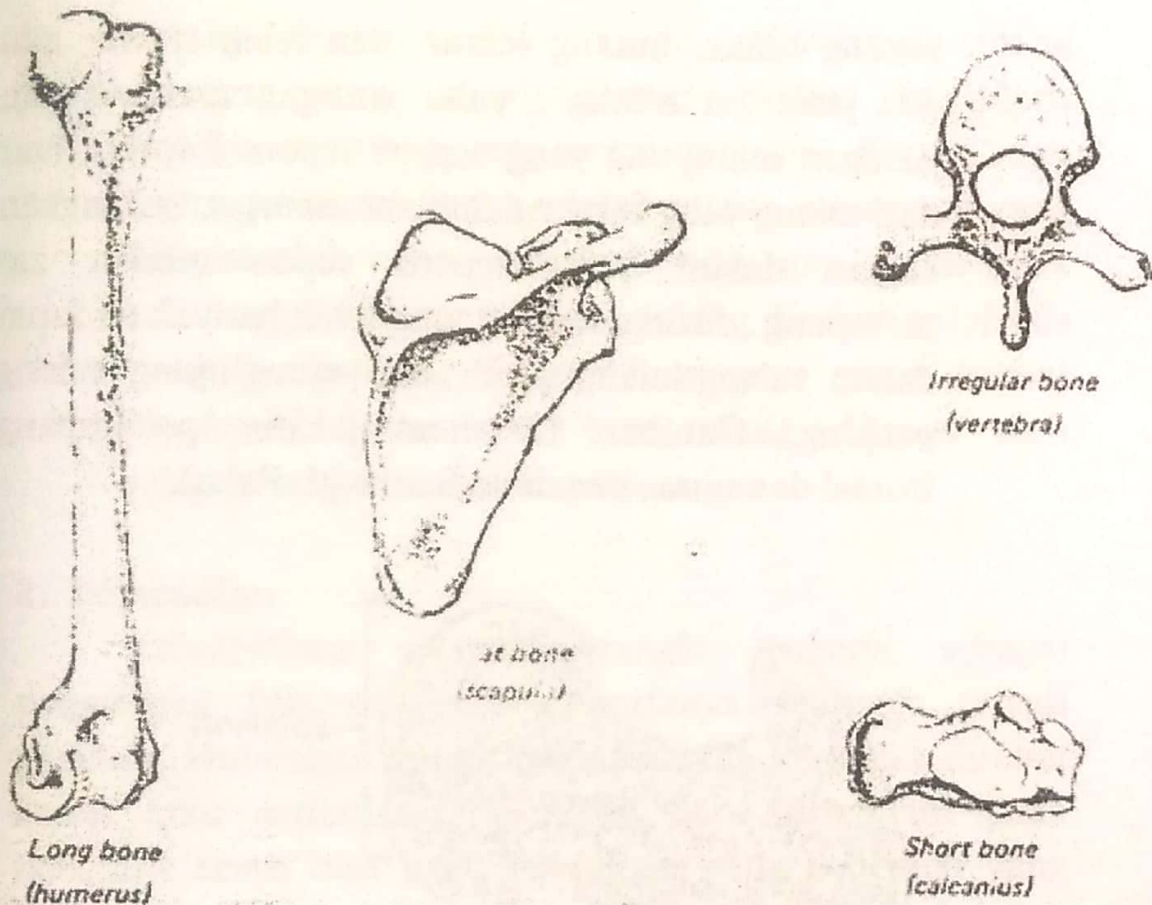
otot, cartilago, dan ligamen-ligamen memberikan dasar-dasar bagi gerakan-gerakan.

1. Tulang-tulang

a. Klasifikasi tulang

Tulang-tulang dapat diklasifikasikan ke dalam empat kelompok menurut bentuknya, yaitu:

- 1) Tulang panjang seperti femur, tibia, dan fibula serta humerus, radius, dan ulna dari lengan merupakan anggota-anggota tubuh. Di dalam gerakan, tulang-tulang ini biasanya digunakan sebagai pengungkit.
- 2) Tulang Pendek memiliki ukuran panjang dan lebar yang kira-kira sama. Tulang-tulang ini misalnya tulang-tulang pergelangan tangan dan kaki dimana kekuatan yang dipentingkan dan mobilitas kurang penting.
- 3) Tulang pipih membentuk tempurung tengkorak, scapula (tl. belikat), sternum (tl. dada), dan costae (tl. rusuk). Tulang-tulang ini biasanya digunakan untuk melindungi; tetapi, tulang-tulang rusuk juga memberikan sejumlah gerakan tertentu pada gerakan pernapasan.
- 4) Tulang tak beraturan dinamakan demikian karena bentuknya yang kompleks dan beranekaragam. Tulang-tulang ini digunakan untuk melindungi, mendukung, dan untuk pengungkit dalam gerakan. Yang termasuk tulang-tulang tak beraturan adalah ruas-ruas tulang belakang tulang-tulang gelang bahu, gelang panggul, patella dan tulang-tulang kecil dari wajah

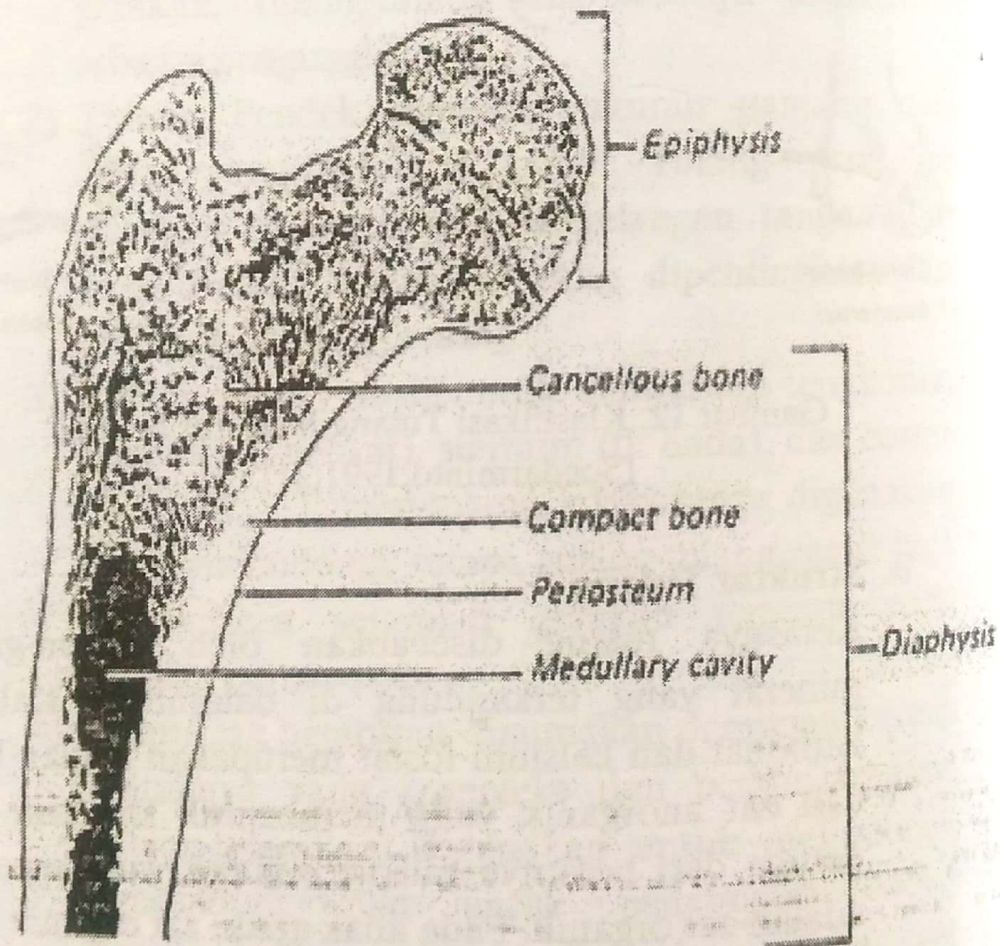


Gambar 12. Klasifikasi Tulang Menurut Bentuk
(Soedarminto,1991;21).

b. Struktur Tulang

Kerasnya tulang disebabkan oleh garam-garam mineral yang terkandung di dalamnya. Kalsium karbonat dan kalsium fosfat merupakan bagian besar dan zat anorganik yang membentuk kira-kira dua-pertiga dari beratnya tulang; sisanya yang sepertiga adalah zat organik. Pada anak-anak, zat organik lebih banyak dari pada orang dewasa dan karenanya tulang-tulangnya lebih lunak dan kurang rapuh. Dengan bertambahnya usia, tulang-tulang menjadi

kurang lunak, kurang lentur, dan lebih rapuh. ada dua jenis zat tulang , yaitu jaringan mampat dan jaringan mampung yang seperti sepon. Lapisan luar dari tulang yang keras adalah zat mampat, sedangkan bagian dalam yang seperti sepon adalah zat mampung. Jaringan mampung lebih banyak terdapat dalam tulang-tulang pipih dan ujung-ujung tulang panjang. Gambar 13 menunjukkan penampang frontal dan ujung proximal femur (tl. Paha).

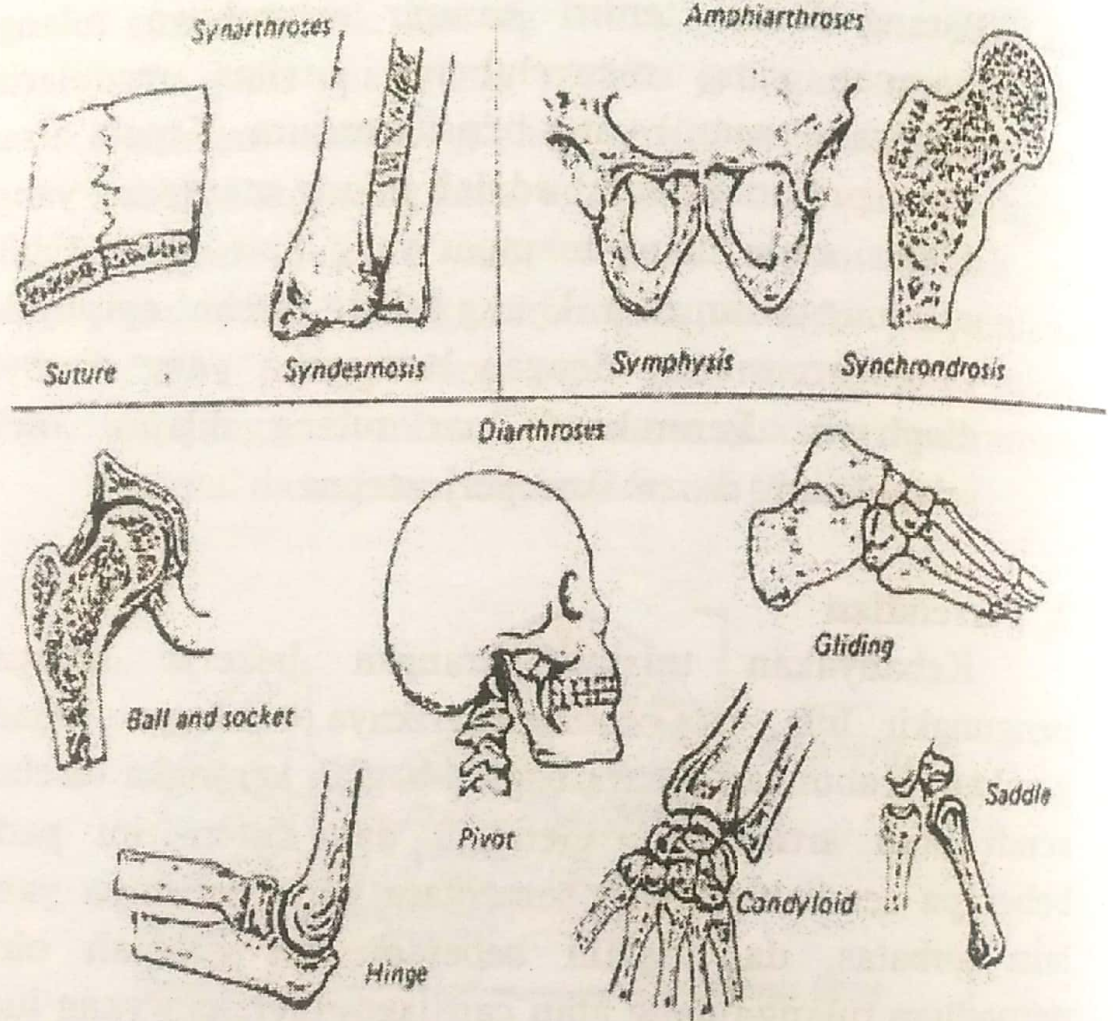


Gambar 13. Penampang frontal dari ujung Proximal Femur. (Soedarminto,1991;22)

Batang femur terdiri hampir seluruhnya tulang mampat yang menyelubungi cavitas medularis (rongga sumsum) yang berisi sumsum. Kepala atau ujung proximal femur adalah tulang mampung yang dilapisi oleh tulang mampat yang tipis, disini tidak ada rongga sumsum. Ujung tulang disebut **epiphysis** yang bersambung dengan batangnya yang disebut **diaphysis**. Permukaan luar tulang dilapisi oleh selaput yang dinamakan **periosteum**.

2. Persendian

Kebanyakan tulang kerangka bekerja sebagai pengungkit bila otot-otot menariknya sehingga terjadi gerakan. Hubungan antara bagian-bagian kerangka disebut **sendi** atau **articulatio**. Gerakan dan sistem ini pada beberapa sendi bisa luas, sementara pada beberapa yang lain terbatas, dan dalam beberapa hal dicegah oleh perpaduan tulang-tulang atau cartilago. Gerakan yang luas terjadi pada sendi bahu, sedangkan yang tidak bergerak terdapat pada hubungan tulang atau sutura dan tengkorak. Oleh karenanya, kerangka yang fungsional perlu memiliki sendi-sendi yang dapat memberikan gerakan luas, stabil, dan kuat untuk mencegah cedera. Sendi-sendi dari kerangka diklasifikasikan menurut jumlah kemungkinan gerakannya. Gambar 14 menunjukkan contoh dari sendi yang berbeda-beda.



Gambar 14. Klasifikasi Persendian
(Soedarminto,1991;24)

3. Klasifikasi Persendian

a. Synarthrosis (tidak dapat bergerak)

Hubungan antara ujung-ujung tulang berupa jaringan ikat dan terdiri dari dua jenis,

- 1) **Sutura**, yang terdapat di antara tulang-tulang tengkorak dimana jaringan ikat berlanjut ke periosteum dan tulang-tulangnyanya rapat satu sama lain.

- 2) **Syndesinosis**, jaringan penghubungnya merupakan jaringan ikat yang padat mengikat tulang-tulang menjadi satu dan gerakannya sangat terbatas. Sebagai contoh ialah sendi antara radius dan ulna.

b. Amphiarthrosis (gerakannya terbatas)

Hubungan antara tulang-tulang berupa cartilago (jaringan rawan) yang terdiri dari dua jenis.

- 1) **Synchondrosis**, jaringan penghubungnya ialah jaringan rawan misalnya di antara epiphysis dan diaphysis dalam tulang panjang sebelum proses penulangan selesai.
- 2) **Symphysis**, jaringan penghubungnya terdiri dari fibro cartilago (jaringan rawan) yang dipisahkan dari tulang-tulang oleh lapisan hyalin (cartilago hyalin). Contoh hubungan ini terdapat pada symphysis pubis dan hubungan antara ruas-ruas tulang belakang dimana gerakannya terbatas.

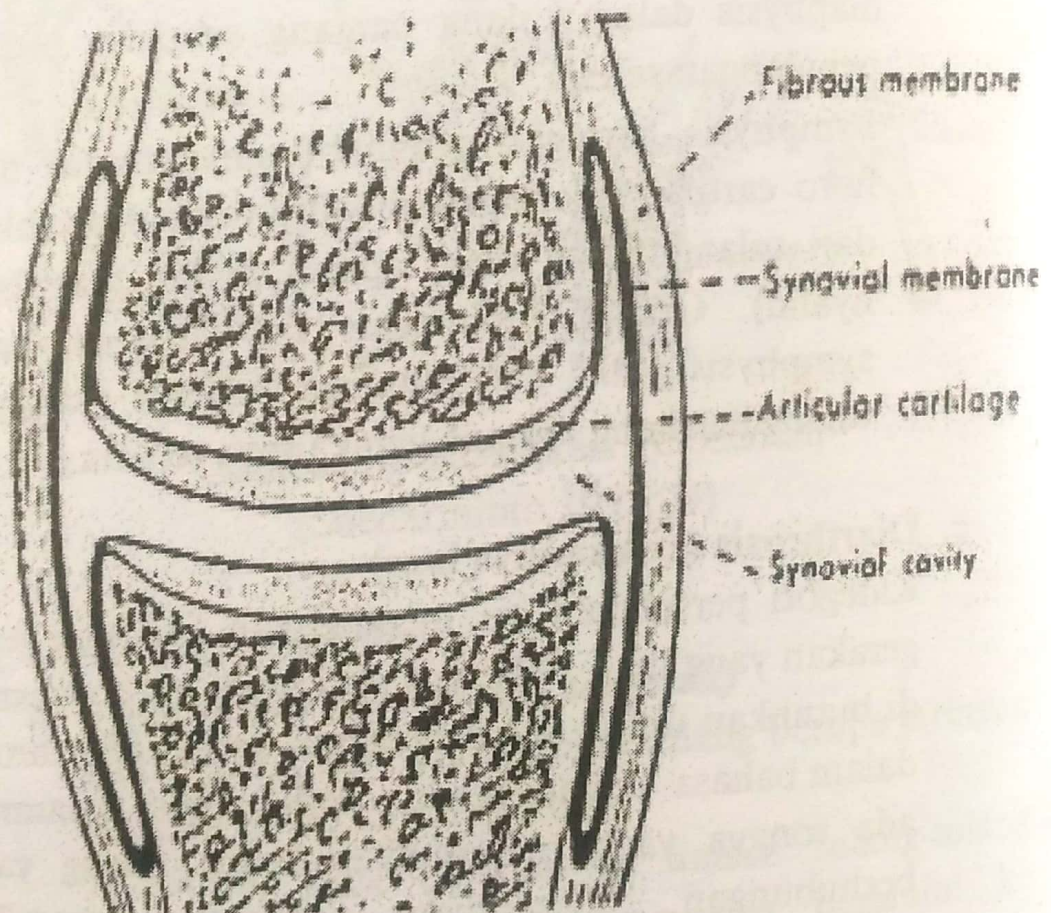
c. Diarthrosis (gerakannya luas)

Kategori persendian ini memberikan berbagai jenis gerakan yang luas. Beberapa dari sendi ini khususnya di butuhkan untuk dapat bergerak bebas. Diarthrosis dalam bahasa Yunani berarti sendi yang di dalamnya ada rongga yang memisahkan kedua tulang yang berhubungan. Persendian diarthrosis memiliki karakteristik:

- 1) Adanya rongga sendi (cavitas articulare)
- 2) Sendi terbungkus di dalam simpai sendi (capsula articularis) yang terdiri dari dua lapis; lapis sebelah

luar disebut stratum fibrosum, sedangkan lapis sebelah dalam disebut stratum synoviale yang mengeluarkan cairan synovial untuk melumasi sendi.

- 3) Kadang-kadang terdapat discus articularis
- 4) Permukaan-permukaan sendi ditutupi dengan cartilago (tl. rawan), biasanya hyalin, tetapi kadang-kadang juga fibrocartilago.
- 5) Adanya ligament (ikat-ikat sendi) untuk memperkuat sendi.



Gambar 15. Persendian diarthrosis.
(Soedarminto, 1991;26)

Ada enam jenis sendi diarthrosis yang dapat bergerak bebas, yaitu:

- 1) **Sendi Peluru** atau art. **globoidea** (ball and socket). Sendi ini memberikan gerakan yang terbesar. Kepala sendi yang agak bulat dan tulang panjang masuk ke dalam rongga yang berbentuk cekung memungkinkan gerakan fleksi, ekstensi, abduksi, adduksi rotasi, dan gerak paduan atau sirkumduksi. Jenis sendi ini digolongkan ke dalam sendi bersumbu tiga. Contoh: Art. Humeri dan art. coxae.
- 2) **Sendi Bujur Telur** atau art. **ellipsoidea** (ellipsoid). Sendi ini merupakan modifikasi dari sendi peluru. Gerakan sedikit terbatas dan tergolong ke dalam sendi bersumbu dua. Meskipun dapat fleksi, ekstensi, abduksi, dan adduksi, namun tidak ada rotasi. Contoh: sendi-sendi metacarpophalangea dan jari tangan.
- 3) **Sendi Geser** (gliding, arthrodial, plane) Permukaan-permukaan sendi berbentuk tak beraturan, biasanya datar atau sedikit lengkung. Satu-satunya gerakan yang dapat dilakukan adalah menggeser, karenanya disebut **nonaxial**. Contoh; terdapat dalam tulang-tulang tarsal dan carpal, dan juga procescus articularis dan vertebrae.
- 4) **Sendi engsel** atau art. **trochlearis** (ginglymus). Gerakan pada sendi ini ada di dalam bidang sagital dengan sumbu transversal. Fleksi dan ekstensi terjadi pada sendi siku, pergelangan *kaki*, dan sendi-sendi interphalangea.

- 5) **Sendi Putar** atau art. **Trochoidea** (trochoid). Gerakan pada sendi jenis ini terjadi di dalam bidang transversal dengan sumbu longitudinal. Contoh; art. radioulnar dan art. atlanto epistrophica pada waktu rotasi kepala.
- 6) **Sendi Pelana** atau art. **Sellaris** (sellar). Sendi ini berbentuk seperti pelana. Sendi bersumbu dua yang dapat bergerak fleksi, ekstensi, abduksi, dan adduksi, Satu-satunya sendi pelana yang asli ialah art. carpometacarpal dari ibu jari.

Persendian yang dibentuk oleh dua ujung tulang disebut **articulatio simplex**, sedangkan persendian yang dibentuk oleh lebih dari dua tulang disebut **articulatio composita**.

C. Sistem Otot

1. Karakteristik dan Jenis Jaringan Otot

a. Karakteristik otot

Tiap serabut otot, memiliki empat sifat yaitu:

- 1). **Iritabilitas**. Otot memiliki kemampuan menerima dan menanggapi bermacam rangsang.
- 2). **Kontraktilitas**. Bila menerima rangsang, otot memiliki kemampuan untuk memendek.
- 3). **Ekstensibilitas**. Otot memiliki sifat dapat memanjang, baik dalam keadaan aktif ataupun pasif.
- 4). **Elastisitas**. Bila otot dalam keadaan memendek atau memanjang, otot memiliki

kemampuan untuk kembali memanjang waktu istirahat atau bentuk normal.

b. Jenis-jenis jaringan otot

Ada tiga jenis jaringan otot, yaitu:

- 1). **Otot Polos**, yang tidak dapat dipengaruhi kehendak. Unsur terkecil dari jaringan otot polos berupa serabut otot polos yang memanjang dan terdiri dari satu sel. Sel ini berbentuk kumparan dan intinya ada di tengah-tengah. Gerakannya diatur oleh sistem *syaraf* otonom. Gerakan yang tidak dipengaruhi kehendak ini kelihatan pada menegaknya rambut, serta menutup dan membukanya selaput pelangi mata.
- 2). **Otot Jantung**, terdapat pada jantung dan sama halnya dengan otot polos dikendalikan oleh sistem syaraf otonom tidak dapat dipengaruhi kehendak. Meskipun otot jantung terdiri dari sel-sel individual, otot ini bergerak secara bersama-sama yaitu sel-sel berkontraksi dan relaksasi pada waktu yang sama.
- 3). **Otot Rangka**, otot ini disebut demikian sebab sebagian besar otot jenis ini melekat pada tulang. Otot rangka disebut juga otot serat lintang atau otot lurik, sebab bila dilihat di bawah mikroskop nampak ada garis-garis melintang. Otot ini bekerjanya dipengaruhi oleh kehendak. Jaringan otot rangka terdiri dari serabut-serabut (*fibrae*), satu serabut merupakan satu sel yang memanjang dan di dalamnya terdapat banyak inti (*nuclii*). Otot rangka merupakan jenis otot

yang menjadi perhatian utama bagi guru penjasorkes dan pelatih.

2. Struktur dan Perlekatan Otot

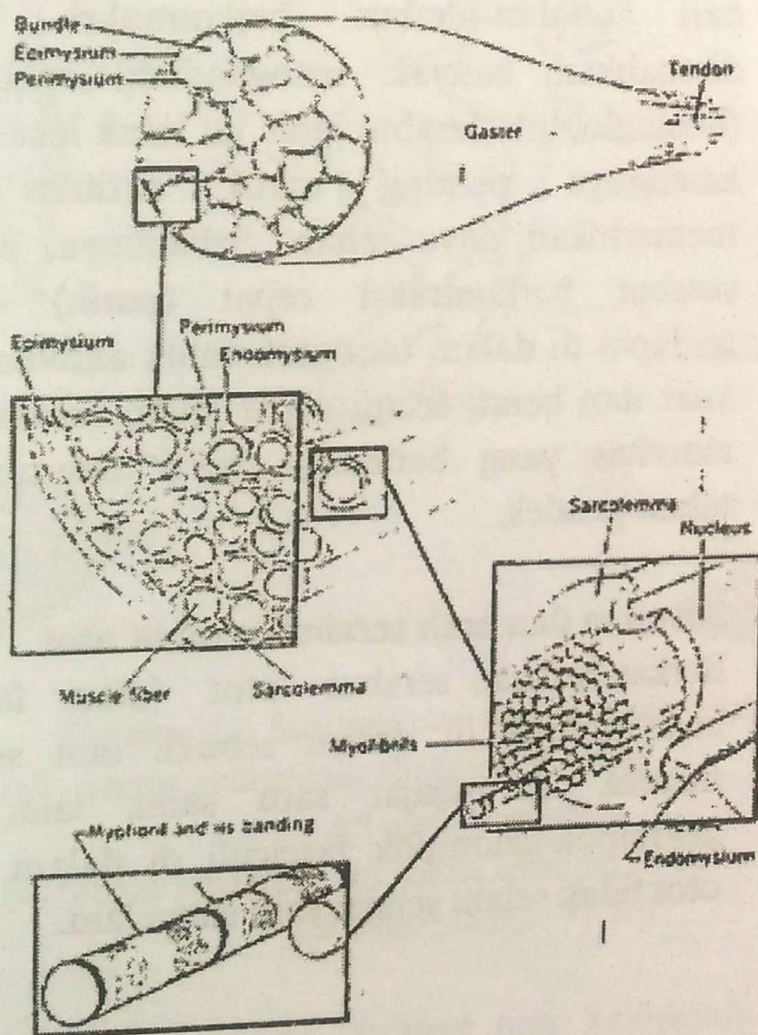
Pengamatan terhadap gerakan badan manusia di dalam aktivitas sehari-hari seperti berjalan, berdiri, duduk dan di dalam gerakan-gerakan yang cermat seperti mengetik, menyisir rambut, memungut sesuatu dengan jari membuat orang sadar akan rumitnya system rangka-otot-syaraf (neuromusculoskeletal). Meskipun sistem syaraf memberikan rangsang untuk kontraksi otot, kontraksi dan relaksasi otot-otot dengan sistem pengungkit dari kerangka yang memungkinkan gerakan-gerakan kompleks itu dapat diamati.

Kemampuan untuk bergerak sebagian besar terletak pada bentuk otot-otot dan struktur dari sistem kerangka. Otot-otot berbeda dalam ukuran, bentuk, dan struktur sesuai dengan fungsinya. Beberapa otot dirancang terutama untuk kekuatan (melawan tahanan), yang lain untuk memberikan gerakan yang luas, banyak yang memungkinkan gerakan cepat, dan untuk dapat melakukan gerakan-gerakan yang sulit dan cermat.

a. Struktur otot

Satu sel otot (myofibril) merupakan serabut yang berbentuk seperti benang. panjangnya lebih kurang satu sampai tiga inci. Dari pemeriksaan mikroskopis terungkap bahwa satu serabut otot (fibra) terdiri dari myofibril yang tertanam di dalam sarcoplasma, terikat bersama-sama oleh selaput lunak yang disebut sarcolemma (Gb. 16). Tiap serabut otot terbungkus

oleh jaringan yang disebut endomysium. Dilihat di bawah mikroskop, myofibril-myofibril ini yang merupakan elemen-elemen kontraktile tersusun sejajar di dalam serabut. Fibra-fibra otot berkelompok-kelompok menjadi berkas-berkas, tiap berkas terbungkus dalam jaringan yang disebut perimysium; kelompok berkas-berkas itu yang membentuk sebuah otot dan dibungkus oleh jaringan yang kuat disebut epimysium.



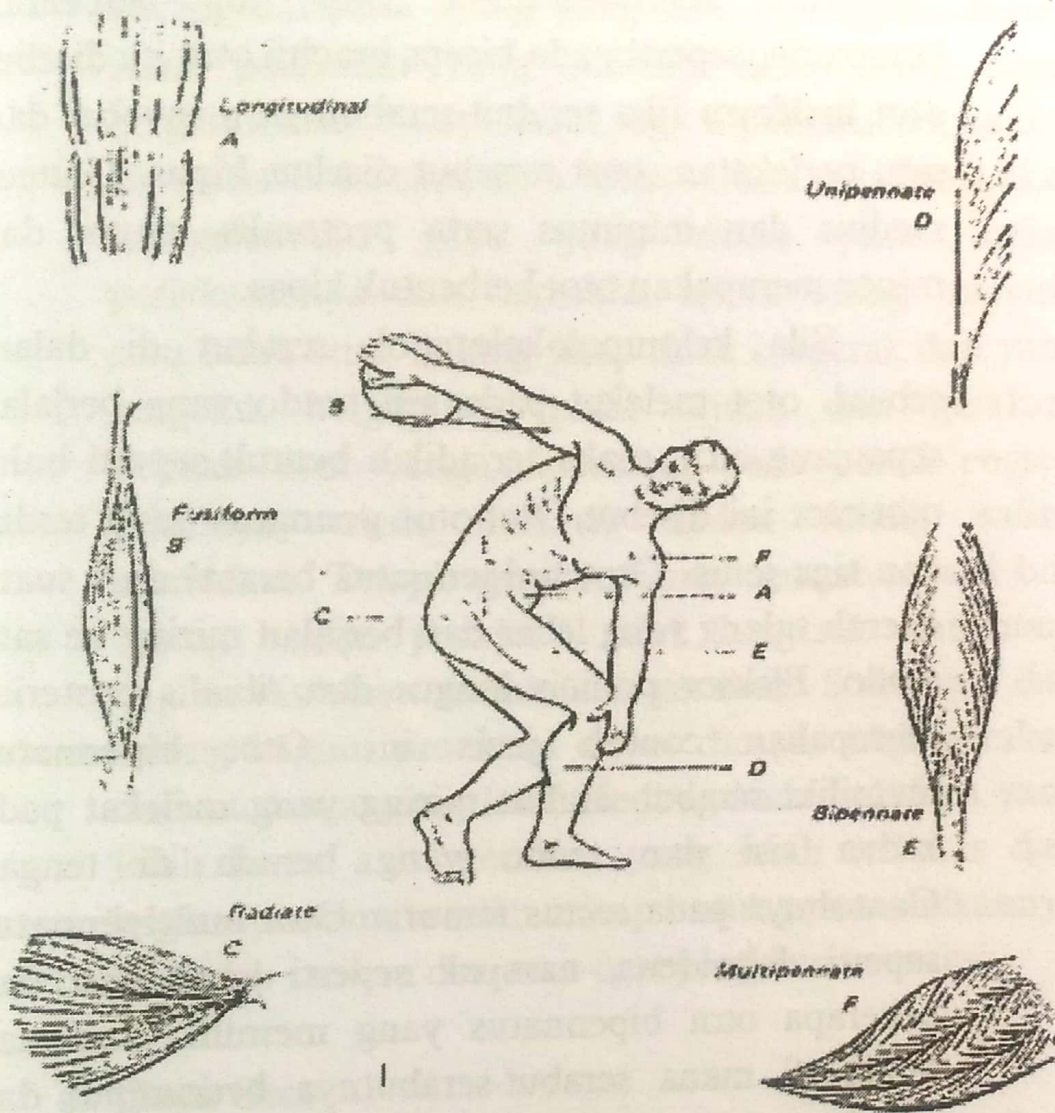
Gambar 16. Susunan Sebuah otot dengan serabut-serabutnya .
(Kathryn L.,1991;38).

1) **Serabut-serabut otot berkontraksi Cepat dan Lambat**

Ada dua jenis otot rangka di dalam badan manusia otot berkontraksi cepat dan otot berkontraksi lambat. Serabut-serabut otot berkontraksi cepat berwarna pucat dan besar, sedangkan serabut-serabut otot berkontraksi lambat berwarna merah dan kecil. Warna merah dari serabut-serabut berkontraksi lambat disebabkan banyak mengandung myoglobin (hemoglobin). Serabut jenis ini tidak lekas lelah, karenanya penting untuk aktifitas yang memerlukan daya tahan. Sebaliknya, serabut-serabut berkontraksi cepat (putih) banyak terdapat di dalam otot-otot untuk aktivitas yang kuat dan berat, tetapi cepat lelah, sesuai untuk aktivitas yang bertenaga besar dengan daya tahan pendek.

2) **Susunan dan arah serabut-serabut otot**

Berkas-berkas serabut otot (atau fasciculi) berkelompok di dalam sebuah otot sehingga mereka itu sejajar satu sama lain, tetapi kelompok-kelompok fasciculi di dalam sebuah otot tidak selalu sejajar satu sama lain.



Gambar 17. Susunan dan arah serabut-serabut otot :
 (a) rectus abdominis, (b) biceps brachii,
 (c) gluteus medius,
 (d) tibialis posterior, (e) rectus femoris, (f) deltoideus
 (Soedarminto, 1991;35)

Bila semua serabut dan kelompok-kelompok serabut di dalam satu otot sejajar dengan sumbu memanjang otot, seperti dalam otot sartorius dan rectus abdominis otot itu disebut otot longitudinal.

Jika serabut-serabut otot itu berbentuk kumparan, seperti pada biceps brachii otot itu disebut **otot fusiform** Jika serabut-serabutnya menyebar dari satu perlekatan, otot tersebut disebut **kipas**. Gluteus medius dan minimus serta pectoralis mayor dan minor merupakan otot berbentuk kipas.

Bila kelompok-kelompok serabut di dalam sebuah otot melekat pada sisi tendo yang berjalan sepanjang otot, maka terjadilah bentuk seperti bulu. otot-otot ini disebut Otot-otot **pennatus** yang terdiri dan tiga jenis. Otot **unipennatus** berasal dari suatu daerah tulang yang lebar dan berjalan miring ke satu tendo. Fleksor pollicis longus dan tibialis posterior merupakan contoh jenis ini. Otot **bipennatus** memiliki serabut-serabut miring yang melekat pada kedua sisi dan tendo yang berada di tengah Contohnya pada rectus femoris. Otot **multipennatus** seperti deltoideus, nampak seperti kombinasi dan beberapa otot bipennatus yang memiliki sejumlah tendo di mana serabut-serabutnya berkumpul dan melekat.

b. Perlekatan otot

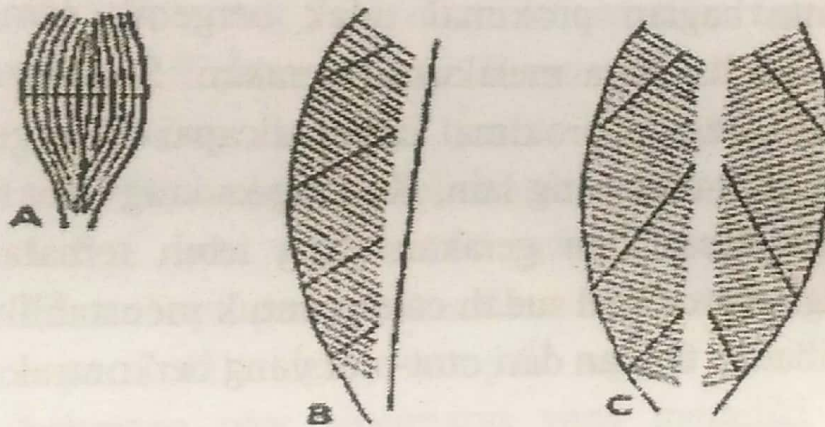
Otot-otot melekat pada tulang dengan jaringan penghubung yang merupakan lanjutan dari perut otot dalam bentuk tendo (tali yang bulat atau pita pipih) atau aponerosis (lembaran berserabut). Biasanya perlekatan dari kedua ujung otot disebut origo dan 'insersi. **Origo** ialah perlekatan pada sebelah proximal yang tidak bergerak atau gerakannya

kurang daripada ujung yang lain. Sedangkan insersi ialah pelekatan yang sebelah distal yang dapat bergerak luas. Tetapi harus juga dipahami bahwa otot itu menarik ke satu arah. Bila berkontraksi otot akan mengeluarkan gaya yang sama pada kedua perlekatannya dan berusaha untuk saling menarik satu sama lain. Tulang tetap tidak bergerak dan yang bergerak bergantung pada tujuan dan gerakan. Sebuah otot yang merentang pada sendi engsel, misalnya, akan menarik kedua tulang saling mendekat. Tetapi, gerakan yang cermat terjadi bila tulang bagian proximal tidak bergerak sementara bagian distalnya melakukan gerakan. Stabilisasi dan tulang bagian proximal dapat dicapai oleh gerakan dari otot-otot yang lain, Kadang-kadang beban yang lebih besar atau gerakan yang lebih terbatas dari bagian proximal sudah cukup untuk menstabilkannya terhadap tarikan dari otot-otot yang berkontraksi.

c. Gaya Otot

Besarnya gaya otot sebanding dengan luas penampang fisiologis. Penampang fisiologis otot ialah luas irisan otot yang mengenai seluruh serabutnya secara tegak lurus. Bila irisan otot hanya tegak lurus pada sumbu memanjang otot disebut penampang anatomi. Irisan anatomi tidak selalu mengenai seluruh serabut otot secara tegak lurus. Demikianlah luas penampang fisiologis suatu otot bergantung pada jumlah dan ketebalan serabut-serabut ototnya.

Otot longitudinal yang tebal akan menghasilkan gaya lebih besar daripada otot yang tipis, tetapi otot pennatus dengan ketebalan yang sama dengan otot longitudinal mampu menghasilkan gaya yang lebih besar. Susunan miring dari serabut-serabut dalam berbagai jenis otot pennatus memberikan jumlah luas serabut yang lebih besar dan memiliki penampang fisiologis yang lebih besar daripada penampang fisiologis dari jenis otot yang lain. Otot-otot pennatus merupakan jenis otot rangka yang paling besar gayanya.



Gambar 18. Cara mengukur penampang fisiologis dari tiga jenis otot.

(Soedarminto, 1991;37).

Jarak memendeknya sebuah otot bergantung pada panjangnya serabut otot, dengan rata-rata kemampuan memendeknya setengah dari panjangnya waktu istirahat. Otot-otot yang panjang dengan serabut-serabut tersusun longitudinal sepanjang sumbu memanjang otot, misalnya sartorius, dapat menghasilkan gaya lewat jarak yang lebih panjang

daripada otot-otot dengan serabut-serabut yang pendek. Otot-otot dengan susunan serabut-serabut longitudinal dirancang lebih untuk gerakan-gerakan cepat dari pada untuk kekuatan. Otot-otot dari jenis pennatus, dengan serabut-serabut yang pendek dan tersusun miring, dapat menghasilkan gaya yang besar lewat jarak yang pendek.

3. Kontraksi Otot

a. Karakteristik umum dan sistem otot-syaraf

Mekanisme otot rangka dirancang untuk dapat bergerak dan dikendalikan oleh sistem syaraf. Kajian tentang sistem syaraf terlalu kompleks untuk dikemukakan, namun beberapa konsep penting tentang fungsi-fungsi otot-syaraf (neomuskular) dikemukakan untuk membantu pemahaman mengenai faktor-faktor yang bersifat kinesiologis. Sistem syaraf pada manusia terdiri dari:

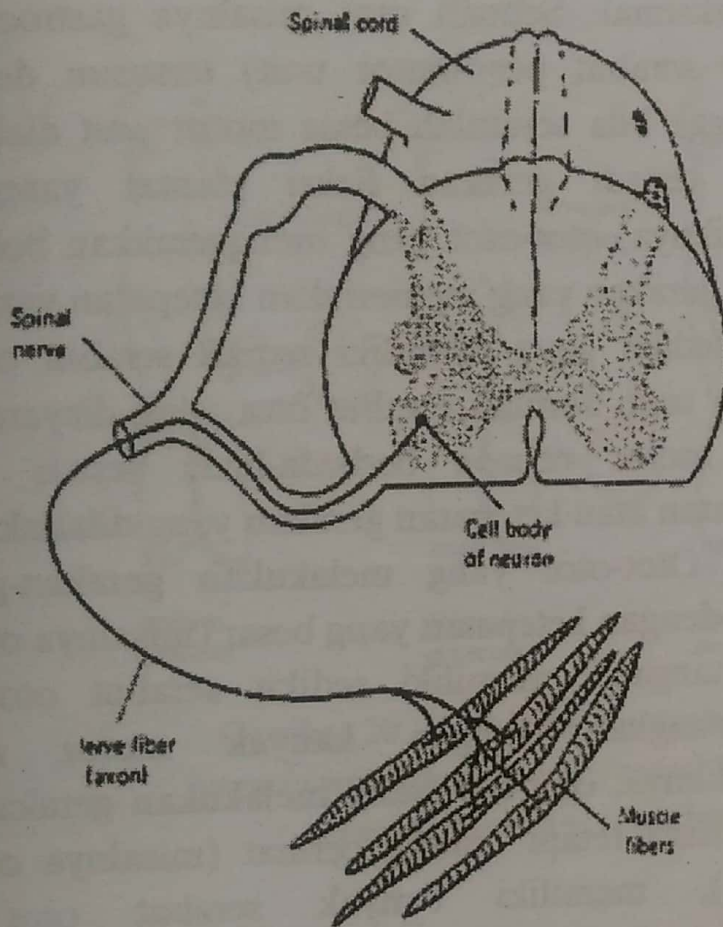
- 1) Sistem syaraf pusat
 - Otak (encephalon)
 - Sum-sum tulang belakang (medulla spinalis)
- 2) Sistem syaraf tepi (perifer)
 - Syaraf cranial (12 pasang)
 - Syaraf tulang belakang (31 pasang)
- 3) Sistem syaraf otonom

Sistem syaraf otak pada dasarnya merupakan pipa yang kedua ujungnya buntu, sebagian terdapat di dalam tengkorak (cranium) yang disebut encephalon, dan sebagian terdapat di dalam saluran tulang belakang (canalis vertebralis) yang disebut medulla spinalis.

Sistem syaraf perifer terdiri dari cabang-cabang syaraf dan sistem syaraf pusat yang teratur berpasang-pasangan untuk setiap sisi badan. Susunan syaraf tepi sistem ini merupakan kumpulan syaraf yang keluar dari syaraf pusat atau masuk ke dalam sistem syaraf pusat, yang serabut syarafnya berfungsi menghantarkan rangsang (impuls) dan receptor ke pusat dan selanjutnya dari sistem syaraf pusat ke efektor. Ada 12 pasang syaraf cranial dan 31 pasang syaraf tulang belakang yang terdiri dari: cervicalis 8 pasang; thoracalis 12 pasang; lumbalis 5 pasang; sacralis 5 pasang; dan *coccygis*, 1 pasang.

b. Motor unit (kesatuan gerak)

Syaraf tulang belakang terus membagi diri sampai ke ujung jalur syaraf dan kemudian bersatu dengan otot. Serabut syaraf tunggal yang terakhir (axon) membuat cabang-cabang untuk menempel pada serabut-serabut otot rangka dengan demikian memungkinkan rangsang elektrik mencapai tempat yang dapat terangsang reaksi kimia dan memulai kontraksi otot. Badan sel syaraf tunggal yang terakhir, serabut syaraf (axon) beserta cabang-cabangnya dan serabut-serabut otot yang dihubungkannya, merupakan kesatuan terkecil dari kontraksi neuromuskular dan disebut sebagai satu motor unit.



Gambar 19. Susunan dan Satu motor unit.
(Kathryn L.,1991;71).

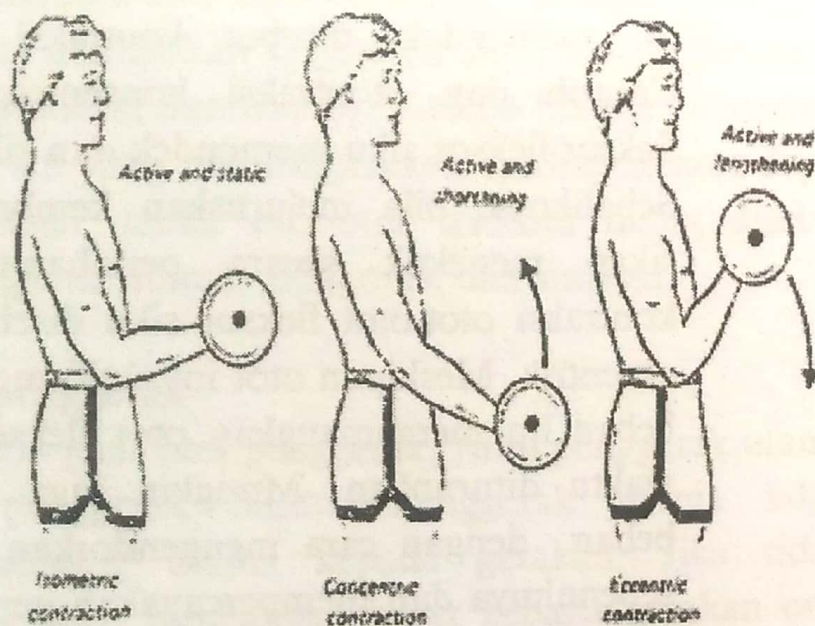
Motor unit merupakan kesatuan fungsional dari otot rangka. Otot-otot ini tersusun dari ribuan motor unit. Motor unit terdiri dari sejumlah serabut yang masing-masing disyarafi oleh satu cabang syaraf dan satu motor neuron (sel syaraf gerak). Jumlah serabut otot di dalam satu motor unit berbeda-beda.

Tiap serabut di dalam satu motor unit berkontraksi menurut prinsip semua-atau tidak bila motor neuron memberikan rangsang yang cukup. Bila rangsang itu cukup kuat untuk dapat menimbulkan respons (tanggapan), akan menghasilkan respons yang

maksimal. Sebuah otot misalnya gastrocnemius (2000 serabut per motor unit) tersusun demikian sehingga bila sejumlah besar motor unit diaktifkan, akan terjadi gerakan fleksi plantar yang kuat. Sebaliknya, otot-otot yang menggerakkan bolamata, yaitu gerakan yang memerlukan ketepatan yang besar dan sedikit gaya memiliki sedikit serabut otot per motor unit. Jumlah serabut otot yang disyarafi oleh tiap motor neuron berbeda-beda sesuai dengan kekuatan atau ketepatan gerakan yang dilakukan oleh otot. Otot-otot yang melakukan gerakan-gerakan kecil dengan ketepatan yang besar (misalnya otot-otot jari tangan), memiliki sedikit serabut otot yang dihubungkan dengan banyak motor neuron. Sebaliknya, otot-otot yang melakukan gerakan lebih bertenaga tetapi kurang cermat (misalnya otot-otot paha), memiliki banyak serabut otot yang dihubungkan dengan sedikit motor neuron.

c. Jenis-Jenis Kontraksi Otot

Kontraksi adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan respons otot terhadap suatu rangsang yang akan menghasilkan tensi (tegangan). Otot hanya dapat mengerut ke arah tengah-tengah otot. Tensi pada kedua perlekatan otot biasanya sama besar. Ada dua jenis kontraksi otot yaitu isometrik dan isotonik.



Gambar 20. Jenis-jenis Kontraksi Otot
<https://www.google.com/search?q=jenis-jenis+kontraksi+otot&tbm>

1) Kontraksi Isometrik

Isometrik berarti 'panjangnya sama', selama berkontraksi tidak ada perubahan panjangnya otot. Kontraksi ini terjadi bila tensi di dalam otot tidak menghasilkan gerakan sendi, tensi otot sama besar dengan tahanan atau beban yang harus diatasinya. Kontraksi ini sering disebut sebagai kontraksi statik.

2) Kontraksi isotonik

Isotonik berarti "tensinya sama". Kontraksi isotonik ialah kontraksi dimana pada waktu otot memendek atau memanjang tensinya tetap. Kontraksi ini merupakan aktivitas yang menghasilkan gerakan sendi. Bila otot menjadi

aktif dan tensi yang dihasilkan menyebabkan otot itu memendek, disebut kontraksi konsentrik. Contoh dan. kontraksi konsentrik ialah bila fleksor-fleksor siku memendek dan siku menekuk. Sebaliknya, bila meluruskan kembali siku dari sikap menekuk secara perlahan-lahan maka kontraksi otot-otot fleksor siku disebut kontraksi eksentrik. Meskipun otot ini aktif, memungkinkan beban itu memanjangkan otot fleksor siku pada waktu diturunkan. Mungkin juga menurunkan beban dengan cara mengendorkan fleksor siku sepenuhnya dan mempercayakan gerakan kepada gravitasi. Gravitasi yang bekerja pada massa dan lengan bawah dan tangan adalah gaya yang menyebabkan ekstensi. Gaya ini akan membuat gerakan sangat cepat dan dapat menimbulkan cedera pada sendi siku dan atau sendi bahu dan otot-otot yang terkait.

4. Pengelompokan Otot

Kontraksi sebuah otot dapat mempengaruhi sendi atau sendi dalam beberapa cara. Hasil gerakan otot pada sendi (sendi-sendi) menggolongkan otot ke dalam suatu kelompok. Sebagai contoh misalnya, otot biceps brachii yang melewati sendi bahu dan sendi siku. Otot ini bekerja sebagai fleksor siku dan juga sebagai supinator karena membantu gerakan supinasi lengan bawah. Lagi pula, biceps brachii membantu gerakan-gerakan pada sendi bahu dan bahkan aktif dalam gerakan cepat dari ekstensi siku, tetapi bukan sebagai ekstensor siku. Gerakan-gerakan itu, baik sederhana atau kompleks, adalah hasil dari gerakan

yang terkoordinasi dari sejumlah otot. Gerakan kelompok otot ini dapat merupakan kerjasama dan fleksor, ekstensor, abduktor, adduktor, dan rotator. Karena fungsinya masing-masing otot itu yang memungkinkan kelompok otot dapat bergerak efisien, maka otot-otot tersebut dapat disebut sebagai penggerak utama, antagonis, dan sinergis.

a. Otot penggerak

Ada dua jenis otot penggerak, yaitu penggerak utama dan penggerak bantu. Penggerak utama ialah penyumbang utama kepada gerakan. Jika tidak memberikan sumbangan besar kepada gerakan otot tersebut disebut penggerak bantu. Biceps brachii merupakan penggerak utama dalam fleksi siku, masih merupakan perdebatan apakah otot ini merupakan penggerak utama atau bantu di dalam supinasi, dan otot ini merupakan penggerak bantu di dalam banyak gerakan sendi bahu.

b. Otot antagonis

Otot antagonis adalah otot yang gerakannya pada sendi berlawanan dengan gerakan otot penggerak utama. Triceps brachii adalah antagonis dari biceps brachii pada waktu fleksi siku. Pada umumnya antagonis dikendurkan (relaksasi) agar gerakan efisien, tetapi dengan gerakan cepat biasanya antagonis aktif dalam mengendalikan gerakan sehingga mencegah cedera.

c. Otot Stabilisator

Otot-otot ini membantu memantapkan perlekatan otot penggerak utama pada satu ujung sehingga kontraksi otot dapat bekerja efektif. Contoh pada stabilisasi gelang bahu, khususnya scapula, untuk dapat menarik sebuah objek ke arah badan. Tanpa stabilisasi, gaya yang dikeluarkan oleh lengan akan memindahkan gelang bahu dan juga objek yang ditarik.

d. Otot Sinergis

Harap diingat bahwa bila otot berkontraksi akan menggerakkan semua sendi yang dilatihnya jika sendi-sendi itu bebas bergerak. Otot-otot yang digolongkan dalam sinergis akan menambah efisiensi dari otot penggerak utama dengan mencegah gerakan-gerakan yang menghambat selama gerakan itu dilakukan. Suatu contoh dari kerja sinergis ialah pada gerak mengepalkan tinju dengan kuat. Pergelangan tangan sedikit hiperekstensi agar fleksor jari memperoleh kekuatan maksimum. Ekstensor pergelangan tangan bekerja sebagai sinergis dengan cara mempertahankan pergelangan tangan dalam posisi optimum untuk dapat menghasilkan pegangan yang kuat.

DAFTAR PUSTAKA

Abernetty, B. et.all. 1997. *The Biophysical Foundations of Human movement*, Australia. The University of Queensland.

Barlett, Roger. 1999. *Sport Biomechanics Reducing Injury and Improving Performance*, London and New York: E& FN Spon.

_____, 2003. *Introduction to Sports Biomechanics*, Oxford:Alden Press.

Drowatzky, J.N. 1982. *Motor learning: Principle and practices*. Minneapolis: Burgess Publishing Company. Engkos.

<https://www.google.co.id/search?q=kerangka+anatomi+manusia&tbm>.

<https://www.google.co.id/search?q=ekstremitas+superior+dan+inferior&tbm>.

Hatze, H. 1996. *Biomechanics of Sport Selected Examples of Successful Application and Future Perspectives*. International Symposium XVI of ISBS.

Hay, J.G. 1997. *The Biomechanics of Sport Techniques*, New Jersey: Prentice Hall International Edition.

Joseph Hamill, Kathleen Knutzen M. 2003. *Biomechanical Basis of Human Movement*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

- Jensen, C.R. Schultz, G.W. dan Bangerter, B.L. 1983. *Applied Kinesiology and Biomechanics*. USA: McGraw-Hill Book Company.
- Kathryn L. Helga D., dan Nancy H.. 1991. *Kinesiologi Scientific Basis of Human Motion*. USA: W.N.C. Brown Communication, Inc.
- Kreighbaum, E. & Barthels, K.M. 1996. *Biomechanics a Qualitative Approach for Studying Human Movement*. USA: Allyn & Bacon.
- Kirby R. Roberts. J.A. 1985. *Introductory Biomechanics*. New York: Movement Publication, Inc.
- Schmidt, R.A. 1991. *Motor Learning and Performance: From Principles to Practice*. Champaign, Illinois, USA: Human Kinetics.
- Soedarminto, 1991, *Kinesiologi*, Jakarta. Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Tim Penyusun, 2008. *Buku Pedoman Biomekanik dan Kebugaran Jasmani*. Jakarta: Kementerian Negara Pemuda dan Olahraga Republik Indonesia Deputi Bidang Peningkatan Prestasi dan IPTEK Olahraga Pusat Pengembangan, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dan Kesehatan Olahraga Nasional.

Penerbit

SUKABINA PRESS

Jl. Prof. Dr. Hamka No. 29-Padang

Telp. 0751-7055660, 442872

Fax. 0751-7055660

email : sukabinapress@yahoo.com

ISBN : 978-602-1650-35-6

